



IL RECUPERO DELLE CAVE IN EMILIA-ROMAGNA

IL RECUPERO DELLE CAVE IN EMILIA-ROMAGNA



Coordinamento

Massimo Romagnoli, Annarita Rizzati
Servizio Difesa del Suolo, della Costa e Bonifica - Regione Emilia-Romagna

Testi, foto, elaborazioni cartografiche e informatiche di

Enrico Muzzi
Dipartimento di Scienze Agrarie dell'Università di Bologna

Graziano Rossi
Dipartimento di Scienze della Terra e dell'Ambiente dell'Università di Pavia

Annarita Rizzati, Massimo Romagnoli, Christian Marasmi, Sara Cortesi
Servizio Difesa del Suolo, della Costa e Bonifica - Regione Emilia-Romagna

Si ringraziano:
Aldo Quintili, libero professionista
Giancarlo Bonini, libero professionista
Andrea Pelosio, Agenzia Regionale Protezione Civile - Servizio coordinamento interventi urgenti e messa in sicurezza
Thomas Abeli ed Elena Tazzari, Dipartimento di Scienze della Terra e dell'Ambiente dell'Università di Pavia

Progetto grafico

Christian Marasmi

© Regione Emilia-Romagna 2017.

Questa opera è soggetta alla licenza Creative Commons Attribuzione-Non Commerciale.

Le immagini pubblicate sono di proprietà degli autori degli articoli ovvero degli autori citati in didascalia nel caso sia stato possibile risalire al nominativo.

INDICE

Introduzione	8
Come impostare il recupero di una cava	14
Definizione della finalità del progetto	14
Scelta dell'obiettivo del progetto	14
Scelta degli interventi tecnici	16
Esame dei siti di cava: risultati, aspetti morfologici idraulici e vegetazionali	20
Analisi della morfologia dei siti	21
Analisi dell'orizzonte superficiale	24
Idraulica	26
Controllo dell'erosione superficiale	30
Miglioramento dell'orizzonte superficiale	31
Ricostruzione e controllo della vegetazione	33
Appendice I - Qualità delle acque	50
Appendice II - Criteri per il calcolo delle fideiussioni	56
Appendice III - Attività sperimentali di recupero di lungo periodo in Emilia-Romagna	64
Appendice IV - Esempi di recupero in Italia e in Europa	76
Bibliografia	102



Paola Gazzolo

Assessore Difesa del Suolo e della Costa
Protezione Civile
Politiche Ambientali e della Montagna
Regione Emilia-Romagna

Il recupero delle aree di cava rappresenta per la Regione Emilia-Romagna un tema rilevante e, a maggior ragione oggi, strategico. Già nel 2003, in occasione del Salone del Restauro di Ferrara, la più importante rassegna in Italia interamente dedicata al restauro e alla tutela del patrimonio storico - artistico, architettonico e paesaggistico, è stato presentato, con ottimo riscontro, il Manuale "Il recupero e la riqualificazione ambientale delle cave in Emilia-Romagna".

In un unico strumento per la prima volta si tentava di codificare il concetto di recupero dell'area di cava e la filiera progettuale per realizzarlo nella prassi, con il massimo risultato e la massima sostenibilità. È stato un lavoro impegnativo, condotto a 360 gradi, coinvolgendo esperti di diverse discipline ed analizzando tutti gli aspetti interessati, da quelli morfologici a quelli geologici, da quelli vegetazionali a quelli tecnici, da quelli pedologici a quelli idraulici.

Dopo oltre un decennio dalla sua pubblicazione, la Regione ha ritenuto opportuno verificare quali ricadute tale Manuale ha prodotto rispetto alla progettazione e alla esecuzione dei recuperi di cava sul territorio regionale, attraverso una campagna di accurate indagini sul campo, condotte dagli stessi curatori.

In esito a queste verifiche, si è ritenuto quindi di procedere alla pubblicazione degli risultati di tali indagini e contestualmente ad un aggiornamento del Manuale, per introdurre nuovi concetti o migliorarne altri già presenti e per individuare correttivi progettuali e tecnici per risolvere le eventuali criticità riscontrate durante le verifiche.

Questa pubblicazione va quindi ad integrazione del Manuale, ma non può essere certamente considerata come esaustiva di tutte le problematiche legate al recupero delle cave; il suo obiettivo è piuttosto quello di fornire supporto e stimolo ai professionisti incaricati di elaborare progetti di sistemazione delle aree di cava e ai tecnici della pubblica amministrazione cui spetta il compito di verificarli.

Ricordandovi che il Manuale ed il suo Aggiornamento sono entrambi scaricabili dal sito internet del Servizio Difesa del Suolo, della costa e Bonifica, auguro a tutti una proficua lettura.

INTRODUZIONE

2000

9



Introduzione

Nella prefazione de "Il recupero e la riqualificazione Ambientale delle cave in Emilia-Romagna – Manuale Teorico Tecnico" il prof. Umberto Bagnaresi, direttore del Dipartimento di Colture arboree dell'Alma Mater Studiorum-Università di Bologna e appassionato interprete della cultura ambientale nella gestione del territorio, scriveva che *"le tecniche di sfruttamento di cava sono spesso stabilite con criteri di massima convenienza, senza tener sufficientemente conto della grande influenza che esse potranno avere nella successiva fase di recupero e di riqualificazione ambientale"*.

Affermava inoltre che *"il processo progettuale dovrebbe considerare in modo prioritario sia le alterazioni dell'ambiente nei suoi diversi aspetti che l'attività in progetto può determinare, sia le scelte operative in grado di ridurre al minimo ed in modo stabile l'impatto prodotto"*.

Infine concludeva affermando che il manuale regionale *"colma una lacuna esistente di informazioni essenziali, specifiche e pratiche, in un settore pur tanto importante non solo per la Regione Emilia-Romagna e che sicuramente contribuirà a ridurre le tante deturpazioni ancora presenti ed a moderare e riqualificare gli inevitabili impatti che le nuove cave aperte determineranno nel territorio"*.

A distanza di 14 anni dalla sua pubblicazione, si è deciso di verificare gli effetti che il Manuale ha avuto sulla progettazione e sull'esecuzione dei recuperi di cava in Emilia-Romagna: gli auspici del prof. Bagnaresi si sono avverati oppure sono rimasti dei semplici auspici?

Solo attraverso un monitoraggio delle attività estrattive in atto e di quelle ripristinate successivamente la pubblicazione del Manuale nel 2003 era possibile avere una risposta, per cui si è deciso di procedere in tal senso.

Con la collaborazione delle Province, sono state individuate 30 cave campione, rappresentative delle realtà esistenti nel territorio regionale in funzione della morfologia dei luoghi, del mate-



riale estratto, delle tecniche di scavo, della tipologia di recupero e dello stato di attuazione dello stesso, che sono state indagate dai medesimi curatori del Manuale 2003, i proff. Enrico Muzzi, docente di Selvicoltura presso l'Università di Bologna e Graziano Rossi docente di Ecologia vegetale presso l'Università di Pavia.

Per l'analisi dei siti di cava individuati, sono stati esaminati analiticamente diversi parametri relativi a tutti gli aspetti tecnico-progettuali e naturalistici dei progetti di coltivazione e sistemazione e dei recuperi effettuati:

- caratteristiche, condizioni e qualità del rimodellamento morfologico e del materiale pedogenizzato;
- caratteristiche, condizioni e qualità della rete idraulica;
- caratteristiche, condizioni e qualità delle opere di ingegneria naturalistica;
- caratteristiche, condizioni e qualità della ri-vegetazione/forestazione ottenuti;
- caratteristiche, condizioni e qualità del materiale vegetale insediato;
- presenza di fenomeni erosivi e regressivi presenti o passati;
- rispondenza delle opere realizzate con il progetto presentato.



È stata quindi eseguita sul campo un'analisi di dettaglio, al fine di valutare lo stato dell'arte dei recuperi di cava nella loro progettazione e realizzazione in base ai parametri sopra elencati e di individuare i correttivi necessari per risolvere eventuali criticità rilevate in funzione delle destinazioni finali, delle tecniche minerarie utilizzate e del materiale escavato.

I risultati di questo monitoraggio, come di seguito compiutamente illustrati, ci permettono di fare, fin da subito, alcune riflessioni.

La prima è relativa alla metodologia di approccio del progettista e dell'imprenditore all'oggetto "cava": oggi finalmente si progetta in funzione di ciò che si intende realizzare ad escavazione ultimata e questo consente di soddisfare non solo le esigenze economico-imprenditoriali ma anche quelle di carattere socio-ambientali (si veda l'esempio delle cave di pianura recuperate a bacino in cui possono coesistere più finalità e utilizzi: la ricarica della falda idrica, la fruizione sportiva o le valenze naturalistiche).

La seconda riguarda le modalità di escavazione che oggi risultano molto più rispettose delle prescrizioni del progetto di coltivazione e sistemazione anche se, per alcune aspetti realizzativi, ad esempio per la rete di scolo delle acque meteoriche, non si è ancora a livelli ottimali.

La terza è relativa alla sicurezza: non è certamente compito primario del Manuale entrare nel merito di questo aspetto, tuttavia, durante i sopralluoghi effettuati, si è potuto riscontrare una maggiore attenzione per tutto ciò che è sicurezza, sia dei lavoratori che dei terzi rispetto al passato.

È possibile quindi ritenere che quelli che erano gli auspici del prof. Bagnaresi si siano trasformati in realtà e ciò è sicuramente anche merito dei consigli che il professore, a suo tempo, ci diede. L'aggiornamento del Manuale contiene poi, in particolare, una novità: i criteri per il calcolo delle fideiussioni (vedi Appendice II).

Dalle esperienze maturate e dalle segnalazioni pervenute dalle amministrazioni interessate, dal mondo imprenditoriale ma anche dal mondo ambientalista è emerso che esistono delle evidenti difformità fra diversi territori per quanto riguarda il calcolo della fideiussione (cioè di

quella garanzia finanziaria data da una banca o da un istituto assicurativo, tale per coprire il costo dei lavori di recupero di cava, eventualmente non eseguiti da un esercente).

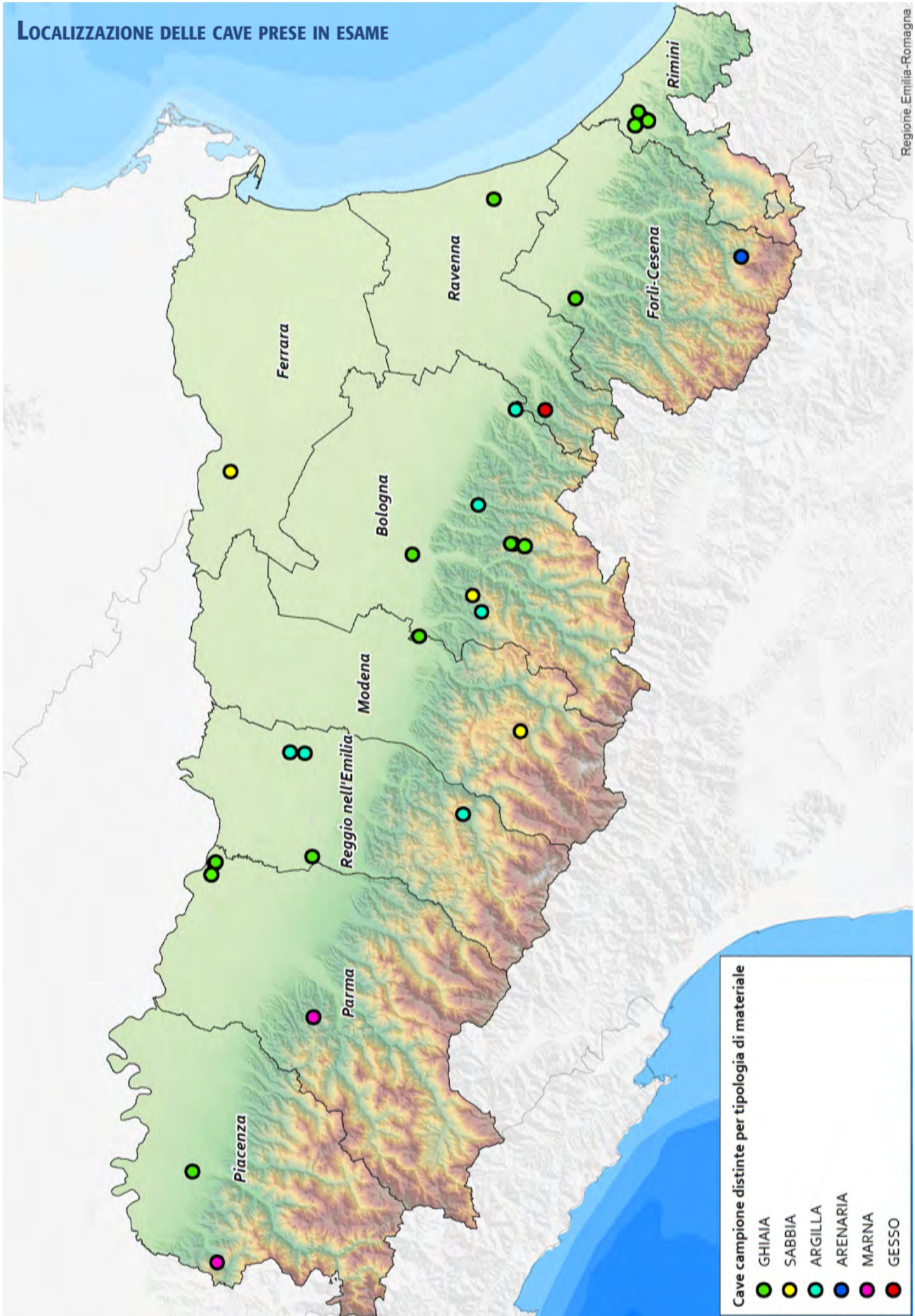
Abbiamo quindi cercato di fornire indicazioni tali da renderne omogeneo il calcolo sull'intero territorio regionale; ovviamente si tratta di indicazioni che non hanno alcuna coerenza, ma che possono dare un importante contributo, se applicate, per uniformare la gestione del settore estrattivo a livello regionale e renderlo più trasparente e comparabile. Inoltre nelle appendici sono presenti specifici approfondimenti, uno sui recuperi di cava con destinazione finale a bacino, con i risultati di analisi specifiche sulla qualità delle loro acque e alcune proposte operative in merito, uno su alcuni recuperi di lunga durata, che danno modo di illustrare le tendenze evolutive di un sito estrattivo di monte e infine, per allargare i nostri orizzonti, una carrellata su alcune casistiche di recuperi significativi in Italia ed in Europa.

Quindi, questa pubblicazione non è un semplice monitoraggio delle ricadute che ha avuto il Manuale regionale per "Il recupero e la riqualificazione Ambientale delle cave in Emilia-Romagna" ma un vero e proprio aggiornamento che rappresenta un ulteriore contributo che la nostra Regione intende dare non solo alle amministrazioni chiamate ad autorizzare e gestire una attività estrattiva ma anche al mondo dei professionisti chiamati a redigere i progetti di coltivazione e sistemazione delle cave.





LOCALIZZAZIONE DELLE CAVE PRESE IN ESAME



COME IMPOSTARE IL RECUPERO DI UNA CAVA





Come impostare il recupero di una cava

DEFINIZIONE DELLE FINALITÀ DEL PROGETTO

Il Manuale del 2003 descrive la finalità del progetto di recupero come il *“rimodellamento delle superfici di escavazione al fine di assicurare una stabilità meccanica permanente, sia strutturale che superficiale, ricreando nel contempo forme diversificate, facilmente accessibili e in stretta connessione con il paesaggio circostante. L’obiettivo è approssimare un equilibrio tra forme e processi geomorfologici in atto”*.

Questo equilibrio si può raggiungere con le seguenti azioni:

- individuare azioni e metodi in grado di fermare il degrado (dovuto a erosioni, crolli, deflussi incontrollati, ecc.);
- intervenire per creare una condizione stabile necessaria per favorire i processi dinamici biologici (rinaturalizzazione);
- favorire un rapido riavvio dei processi e la creazione delle interazioni assenti o alterate (rinaturazione);
- il tutto deve essere ottenuto contenendo i costi all’essenziale.

SCelta DELL’OBIETTIVO DEL PROGETTO

In tempi passati vi era una netta separazione

APPROFONDIMENTI

Per **rinaturalizzazione** si intende l’insieme degli interventi, strutturali e non strutturali, atti a ripristinare le caratteristiche ambientali e biocenotiche, nonché la funzionalità ecologica, di un ecosistema in relazione alle sue condizioni potenziali, determinate dalla sua ubicazione geografica, dal clima, dalle caratteristiche geologiche e geomorfologiche del sito e della sua storia naturale pregressa.

La **rinaturazione** è quella serie di operazioni di ricomposizione morfologico/ambientale che con la riduzione delle cause di degrado, favoriscono il reinstaurarsi di un’attività biologica e di relazioni ecologiche in quelle aree oggi fortemente degradate. Si tratta di ricreare, dove possibile, un ambiente di nuovo ospitale per la flora e per la fauna autoctona, riducendo così l’isolamento rispetto al territorio circostante.

tra le fasi di progettazione/coltivazione e la fase del recupero, al punto che spesso questa ultima istanza veniva totalmente ignorata.

Oggi, sia per le leggi regionali emanate, sia per una maggiore coscienza ambientale degli operatori e dei progettisti, la situazione si è modificata: si scava ben sapendo ciò che si intende realizzare ad escavazione ultimata.

Gli stessi strumenti della pianificazione di settore, ai sensi della LR 17/91, ovvero i piani infraregionali e comunali delle attività estrattive (PIAE e PAE) non dettagliano il recupero da effettuarsi nelle singole aree. I piani indicano le tipologie di recupero e le possibili destinazioni finali, che devono necessariamente soddisfare le esigenze



Figura 1 Monte Zirone (Terenzo, Parma). Esempio di recupero tecnologico (Impianto fotovoltaico)

di tutti gli attori: amministrazione comunale, collettività e imprenditore e che comunque devono rispondere alla logica del minor danno ambientale, lasciando alla progettazione esecutiva il compito di verificare le tipologie indicate nei piani di settore.

Preme ancora oggi ribadire alcuni concetti già espressi nel Manuale 2003 ma ancora di grande attualità: *“La definizione dell’obiettivo finale a cui destinare l’area di cava, esaurita l’attività estrattiva, rappresenta la prima e più importante scelta che il progettista deve operare, in quanto condiziona tutto il prosieguo del progetto ed influenza l’evoluzione, almeno nel breve e medio periodo, dell’area risistemata. Importante anche perché non esistono delle regole codificate per stabilire “razionalmente” quali siano le scelte corrette.*

La scelta può infatti derivare da:

- **aspettative interne** al sito ed all’area circostante: legate alle caratteristiche del sito e del suo circondario (aspetti geologici, morfologici, biologici, paesaggistici, economici, sociali, legali, ecc.);
- **aspettative esterne**: indipendenti dai caratteri del sito (aspettative del proprietario, del gestore, della società civile, dell’amministrazione pubblica, del progettista, ecc.).”

E ancora:

“Gli obiettivi possibili possono essere considerati in diverso modo: in termini ecologici possono essere classificati in funzione del loro rapporto con i processi naturali in:

- *obiettivi-sostenibili: dove si adottano misu-*



Figura 2 Genepreto (Nibbiano, Piacenza). Esempio di recupero morfologico-ambientale

re di contenimento e controllo degli aspetti problematici legati alla distruzione dei sistemi naturali attraverso interventi di tipo prettamente tecnico, autoreferenziali, che non coinvolgono se non in minima parte processi naturali (rinaturazione), privilegiando invece gli aspetti ingegneristici. Possono essere efficaci ed avere una durata media ma sono sempre destinazioni a termine, finite, tali da richiedere sempre una rilavorazione periodica (approccio totalmente ricostruttivo);

- *obiettivi auto-sostenibili: dove le misure adottate sono di tipo prevalentemente ecologico, al fine di attivare tutti i processi naturali ne-*

cessari per stabilizzare ed arricchire l'area in ripristino. Accanto al contenimento e controllo dei fattori limitanti si cerca cioè di stimolare il riavvio della dinamica naturale, al fine di ripristinare condizioni ecologiche complesse, necessarie per superare i fattori ambientali e le artificialità legate all'uso ed al processo di ripristino adottato. Questo rappresenta sicuramente un'opzione ottimale nel lungo periodo permettendo, a parità di risorse impiegate, il raggiungimento di una condizione di maggiore stabilità ed equilibrio (approccio parzialmente ricostruttivo o traslativo)."

Il primo passo è comunque quello di creare un quadro di riferimento entro cui sviluppare la progettazione, sulla base di una **fase conoscitiva** costituita dall'analisi:

- dei fattori oggettivi intrinseci al sito;
- dei fattori oggettivi al contorno al sito;
- delle aspettative soggettive (del proprietario, dell'investitore, della comunità, della Pubblica Amministrazione).

e di una **fase decisionale** costituita da:

- la definizione della scelta qualitativa (agricola, naturalistica, ecc.) secondo le indicazioni date dai piani di settore (PIAE e PAE);
- la definizione del livello di complessità della scelta qualitativa adottata;
- la definizione della sostenibilità del progetto (carattere biologico);
- l'individuazione delle esigenze e dei limiti del recupero ambientale;
- il confronto tra i diversi progettisti coinvolti per definire le esigenze delle diverse fasi

(progetto, investimento, coltivazione, recupero ambientale) ed armonizzarle;

- lo sviluppo delle fasi progettuali ed operative vere e proprie.

SCelta DEGLI INTERVENTI TECNICI

Il Manuale 2003 specifica che *"gli interventi necessari per la progettazione e realizzazione delle forme di abbandono coinvolgono diversi aspetti, che vanno opportunamente approfonditi: gli aspetti statico-meccanici, gli aspetti paesaggistici, gli aspetti ecologici e quelli pratici. Tutti questi devono essere affrontati e risolti analiticamente, prima di sviluppare qualsiasi altra problematica. In particolare si considerano: la progettazione geomeccanica dei profili di abbandono; la progettazione ecologico-paesaggistica; la progettazione idraulica; l'accessibilità e la sicurezza."* Oggi a questi aspetti è doveroso aggiungere un altro, quello economico.

Con l'attuale crisi del settore questo è un aspetto certamente da non sottovalutare, per cui devono quindi essere ricercate forme di abbandono che non incidano pesantemente sui costi della progettazione e della sistemazione.

Tutti questi aspetti (progettazione geomeccanica dei profili di abbandono, progettazione ecologico-paesaggistica, progettazione idraulica, accessibilità, sicurezza e non per ultimo, l'aspetto economico) devono essere affrontati e risolti in parallelo, perché carenze progettuali e/o realizzative specifiche, possono mettere in discussione l'intero intervento di recupero.





**ESAME DEI SITI DI CAVA: RISULTATI,
ASPETTI MORFOLOGICI, IDRAULICI E
VEGETAZIONALI**

Butchart Gardens (Canada) - Recupero in una cava di gesso.

Esame dei siti di cava: risultati, aspetti morfologici, idraulici e vegetazionali



Figura 3 Medesano (Parma). Fasi di affermazione di una rinaturalizzazione

Il lavoro di analisi e valutazione dello stato dell'arte degli interventi di recupero ambientale dei siti di cava nel territorio regionale si è strutturato in diverse fasi:

1. **definizione di una scheda di rilevamento:** partendo dalla check list contenuta nel Manuale del 2003 è stata predisposta una scheda di valutazione relativa ai diversi aspetti tecnici coinvolti nel recupero delle cave: morfologici, vegetazionali e faunistici (in relazione ai danni causati alle piante introdotte durante la sistemazione del sito). L'obiettivo della scheda è stato quello di caratterizzare la qualità del recupero e di individuare gli elementi ancora critici nelle fasi di progettazione e realizzazione;
2. **individuazione dei siti:** attraverso una collaborazione tra tecnici regionali, provinciali e comunali sono stati selezionati alcuni siti estrattivi recuperati. Da questo primo elenco, è stato poi individuato un campione di 26 siti significativi dell'attività estrattiva in Emilia-Romagna, in funzione della localizzazione (provincia), morfologia del paesaggio

- (pianura, montagna), tipologia di materiale estratto e metodo di coltivazione;
3. **sopralluoghi:** nei siti individuati sono stati eseguiti almeno due sopralluoghi in periodi diversi, utili per verificare la vegetazione, la qualità delle acque, lo stato di manutenzione della morfologia e il mantenimento dei presidi di sicurezza. All'interno di ogni sito estrattivo sono state successivamente individuate delle aree omogenee dal punto di vista ecologico e per ognuna di esse è stato eseguito un rilievo di dettaglio;
4. **elaborazione dei dati:** partendo dalle schede compilate in campagna è stato costruito un database analitico di tutti i dati raccolti durante i sopralluoghi in funzione delle aree omogenee di intervento all'interno delle singole cave.

Infine, sono stati forniti, sempre per aree omogenee di intervento, una serie di suggerimenti e correttivi di ordine progettuale e realizzativo, per massimizzare l'obiettivo di un recupero stabile e duraturo.



ANALISI DELLA MORFOLOGIA DEI SITI

Il rimodellamento dei fronti e dei versanti di cava rappresenta il metodo di recupero predominante in pianura e in montagna; complessivamente l'attività di rimodellamento si presenta con sistemazioni fortemente geometriche caratterizzate da una scarsa variabilità di forme e raramente vicine alla morfologia naturale circostante.

Nel 70% circa dei siti presi in esame, le pendenze adottate sono risultate sufficientemente adeguate, in ragione delle destinazioni prescelte e degli orizzonti superficiali interessati dall'intervento.

Sono però molto diffusi fenomeni localizzati di alterazione del substrato. Infatti, nella quasi totalità dei siti montani e nel 30% di quelli di pianura, si sono rilevati fenomeni franosi o di erosione: le frane superficiali e l'erosione incanalata sono i fenomeni più diffusi (60% dei siti presi in esame).

Da sottolineare la presenza in alcuni casi di fenomeni di soffusione (erosione sotterranea): la movimentazione ed il rimodellamento dell'orizzonte minerale, specie se limoso o argilloso, non accompagnati con un adeguato compattamento, possono comportare fenomeni di erosione e di scavo sotterranei, fenomeni che poi tendono ad ampliarsi e ad approfondirsi favorendo crolli e deflussi incontrollati.

Il collegamento morfologico delle aree di cava esaurite con l'ambiente circostante risulta essere adeguato nel 90% dei siti presi in esame.

In poco meno della metà dei siti analizzati è stata riscontrata la presenza di manufatti e/o mezzi meccanici, da collegarsi all'attività estrattiva ancora in corso.

In circa il 20% dei siti sono stati riscontrati cumuli di scarti di attività estrattiva e/o di materiali di scavo, legati alla passata attività.

È presente una viabilità di accesso in tutti i siti, tranne uno, mentre il controllo degli accessi, specie quello relativo ai veicoli, è risultato assente in circa il 40% dei siti.

La viabilità interna appare per lo più adeguata: infatti, solo nel 15% dei casi, è risultata inadeguata

alle esigenze di controllo e di gestione. Diffusa, circa l'80%, è la presenza di situazioni di potenziale pericolo dovuta alla presenza di laghi e di ripide scarpate di abbandono che richiedono una maggiore attenzione progettuale e gestionale: le recinzioni del perimetro di cava sono assenti nella metà dei casi, ed inoltre nel 60% dei casi non è presente una segnaletica di sicurezza né perimetrale né puntuale.

RISULTATI DELL'ANALISI

Complessivamente si può affermare che le attività di recupero analizzate sono caratterizzate da:

- forme morfologiche tendenzialmente uniformi;
- pendenze non eccessive, in relazione ai tipi di mineralogia degli orizzonti, ma con molti fenomeni locali destabilizzanti in atto (erosione o frane) di cui, alcuni, di dimensioni importanti;
- accessi e viabilità interna adeguati;
- residui dell'attività mineraria (strutture, macchinari, scarti di attività estrattiva, residui di materiali ecc.);
- carenze nelle barriere o nella segnaletica anche in presenza di pericoli potenziali.

SUGGERIMENTI

Per il raggiungimento di un recupero ottimale delle attività estrattive occorrerà in fase di progettazione, di realizzazione e di gestione favorire:

- una morfologia finale della sistemazione integrata con le forme dell'ambiente circostante. Le movimentazioni e le compattazioni meccaniche dell'orizzonte superficiale devono essere realizzate con tecniche adeguate per limitare i fenomeni di erosione e massimizzare la stabilità;
- una morfologia che, accanto alle problematiche geomeccaniche dei fronti di cava da ripristinare, affronti anche le problematiche relative al riutilizzo del sito, all'accessibilità, alla sicurezza idraulica e al paesaggio;
- una maggiore attenzione alla sicurezza dei siti nel lungo periodo (difese passive, controlli all'accesso e segnaletica).

ASPETTI PROGETTUALI RELATIVI ALLA MORFOLOGIA

Il progetto di recupero deve affrontare e risolvere diversi aspetti morfologici:

Stabilità geo-meccanica

La stabilità geo-meccanica nel breve e nel lungo periodo è un elemento fondamentale della progettazione morfologica.

Il fronte di scavo e l'orizzonte superficiale di recupero devono essere riportati a condizioni di massima stabilità, al fine di favorire un rapido insediamento ed una veloce evoluzione della componente biologica; gli aspetti meccanici devono essere affrontati e risolti nel rimodellamento e non demandati in toto o in parte alla componente biologica.

Le scelte relative al fronte di cava ripristinato devono essere conformi alle norme del PAE e

sentare:

- **completa stabilità:** la morfologia e la giacitura dell'orizzonte naturale o ripristinato sono stabili in tutte le condizioni ambientali possibili, passando dall'aridità alla completa saturazione (capacità idrica massima) degli orizzonti superficiali. In queste condizioni, massimi sono i gradi di libertà del progettista nel definire tutte le sue scelte: non esistono vincoli geotecnici;
- **meta-stabilità superficiale:** le scelte geotecniche relative al ripristino creano condizioni di stabilità variabili in funzione delle condizioni ambientali:
 1. in condizioni di siccità l'orizzonte superficiale è meccanicamente stabile;
 2. in condizioni di parziale o totale saturazione l'orizzonte superficiale si presenta instabile e soggetto a fenomeni di scivolamento.

STABILITÀ GEOMECCANICA	FASE		PROBLEMATICHE	PARAMETRI DI CONTROLLO
del fronte di scavo/abbandono	In scavo		crolli/frane	pendenza
	In riporto		cedimenti/soffusione	costipazione
dell'orizzonte di recupero	da materiale in posto	minerale	frane/erosione assenza pedogenesi	pendenza
				spessore
				fertilità
	da materiale riportato	minerale	frane/erosione assenza pedogenesi	pendenza
				spessore
		pedogenizzato	frane/erosione	pendenza
spessore				

tabella 1 La stabilità geomeccanica, problematiche e parametri di controllo.

alle norme di Polizia Mineraria (artt. 119 e 121 del DPR 128/1959) e devono essere supportate da analisi di campo e di laboratorio.

Le scelte relative all'orizzonte superficiale risultano invece normalmente più trascurate e raramente supportate scientificamente dalla normativa, nonostante la complessità geomeccanica sia dei materiali riportati sia del fronte di contatto tra questi e l'orizzonte superficiale.

Diverse sono le condizioni che si possono pre-

In queste condizioni metastabili è perciò necessario adottare scelte progettuali geotecniche (gradonature, sostegni) o idrauliche (fossi, drenaggi) che riportino in modo permanente il sito ad una condizione di stabilità piena nel breve e nel lungo periodo;

- **instabilità superficiale:** quando l'orizzonte superficiale non è stabile in nessuna condizione, si possono adottare scelte progettuali che risolvano questa anomalia attraverso:



Figura 4 Ladino (Forlì): esempio di recupero a tombamento per riutilizzo agricolo

1. il tombamento, dove possibile (Fig.4);
2. la valorizzazione paesaggistica ed ecologica del fronte minerale stabile;
3. l'adozione di tecniche di ingegneria naturalistica di sostegno (solo quando si ha la certezza di una periodica manutenzione sia ordinaria che straordinaria).

Gli effetti della vegetazione sulla stabilità geo-meccanica

La presenza di apparati radicali espansi e profondi in grado di raggiungere un substrato stabile e fessurato esercita un'azione positiva sulla stabilità degli orizzonti superficiali interessati: l'azione di assorbimento delle forze di taglio da parte delle radici può aumentare le forze resistenti.

Tuttavia la presenza della vegetazione può altresì aumentare significativamente la permeabilità e l'infiltrazione delle acque superficiali che possono, in assenza di un drenaggio rapido ed efficiente, dare origine a falde ed a fenomeni di saturazione degli orizzonti superficiali. Questi accumuli d'acqua portano ad una modifica nei pesi, nella coesione del materiale e negli attriti

tra gli orizzonti che sono all'origine di fenomeni di instabilità. Inoltre la vegetazione arborea determina fenomeni di drenaggio fogliare e *stemflow* (flusso di acqua che scende dai tronchi e dai rami) che facilitano fenomeni di accumulo dell'acqua che possono saturare localmente l'orizzonte superficiale alterato con effetti negativi sulla stabilità. Infine non deve mai essere dimenticato che la copertura vegetale segue dei cicli biologici dettati dalla fisiologia interna (invecchiamento) ma anche dalle condizioni al contorno (disturbi naturali come incendi, epidemie, attacchi di parassiti) che ne alterano la vitalità e modificano di conseguenza le capacità meccaniche stabilizzanti della vegetazione.

Aspetti paesaggistici

La progettazione morfologica deve trovare una relazione con il paesaggio circostante attraverso un raccordo o una contrapposizione, questo per favorire una maggiore connessione con il paesaggio circostante o, all'opposto, un suo arricchimento con elementi morfologici ed ambiti ecologici totalmente diversi.

Aspetti ecologici

La progettazione morfologica deve ricercare la massima variabilità delle forme per creare condizioni micro-stazionali diversificate e, nel contempo, potenziare l'interconnessione tra le aree e gli ambiti ecologici adiacenti.

Aspetti idraulici

La progettazione morfologica deve predisporre delle condizioni ideali per la successiva realizzazione della rete di scolo delle acque, che si caratterizzi per una distribuzione spaziale ottimale, una massima stabilità ed una massima durabilità.

Aspetti gestionali

La progettazione morfologica deve prevedere una buona accessibilità alle diverse aree recuperate sia in fase di esecuzione dei lavori sia durante la gestione dell'area.



Figura 5 Montecchio (Parma). Nido di topino (*Riparia riparia*) su un fronte di scavo

Aspetti relativi alla sicurezza

Le scelte relative alla morfologia finale devono garantire la sicurezza dei siti nel breve e nel lungo periodo privilegiando scelte e prevedendo opere che evitino o limitino i potenziali pericoli (valli o fossi paramassi, scoronamenti, isolamenti idraulici superiori, ecc.).

ANALISI DELL'ORIZZONTE SUPERFICIALE

L'analisi dello stato di fatto dei siti presi in esame ha evidenziato un ricorso diffuso e predominante all'uso di materiale pedogenizzato come primo orizzonte superficiale.

Il materiale utilizzato è risultato di origine locale nell'85% dei casi.

La tipologia del recupero e la morfologia degli ambienti condiziona gli spessori dell'orizzonte superficiale: nei siti di montagna, generalmente rimodellati, la media dello spessore dell'orizzonte è circa 0,30 m mentre in quelli di pianura, in particolare nelle aree tombate, lo spessore medio dell'orizzonte è di circa 1 m.

RISULTATI DELL'ANALISI

Dall'analisi dei siti si può affermare che le sistemazioni finali che prevedono pendenze dello strato superficiale, in prevalenza garantiscono condizioni di stabilità.

Possiamo quindi concludere che in questi anni la progettazione ha adottato:

- un generalizzato riuso del materiale pedogenizzato;
- una distribuzione molto omogenea entro i siti estrattivi;
- pendenze complessivamente non eccessive, pur con la presenza di fenomeni erosivi o franosi superficiali che coinvolgono l'orizzonte ricostruito.

ASPETTI PROGETTUALI RELATIVI ALLA PEDOLOGIA

La progettazione deve favorire la formazione di uno o più orizzonti superficiali adeguati all'affer-



SUGGERIMENTI

- maggiore variabilità nel riuso del suolo e nelle tipologie di recupero delle aree e quindi maggiore variabilità negli spessori dell'orizzonte superficiale sia tra le diverse aree del sito estrattivo sia all'interno delle stesse;
- maggiore attenzione ai problemi di stabilità dell'orizzonte superficiale che presenta caratteri geomeccanici completamente diversi rispetto alla roccia madre sottostante e che deve perciò essere analizzato e verificato in modo autonomo.

mazione di una stabile copertura vegetale che permetta il riavvio rapido delle dinamiche biologiche.

Vista la difficoltà nel ricreare artificialmente orizzonti organici evoluti e stabili la progettazione deve valorizzare in primo luogo il materiale pedogenizzato presente nel sito *ante operam*, al fine di favorire una successione secondaria sul materiale riutilizzato. Interventi di rinaturalizzazione degli orizzonti superficiali minerali, dovranno invece essere adeguatamente progettati e realizzati prevedendo interventi agronomici accessori (vedi paragrafo Ricostruzione e controllo della vegetazione) in fase di pre-impianto e di copertura per migliorare la fertilità dell'orizzonte superficiale minerale e contrastare i fattori chimico fisici limitanti.

Il ricorso a successioni primarie direttamente sul substrato (rinaturazione) dovrà essere considerato una opzione straordinaria, utile solo per ambiti limitati e morfologicamente stabili.

Si dovrà ottimizzare la fase della raccolta del materiale pedogenizzato, la sua conservazione e il riuso per la ricostruzione degli orizzonti, per evitare fenomeni di:

- diluizione con orizzonti minerali inerti biologicamente;
- mescolamento con scorie di lavorazione o con materiali inquinanti;
- compattazione, che alteri la densità apparente e la porosità;
- alterazione, con modifiche o perdite nella componente biologica attiva;
- lisciviazione di elementi minerali.

Fase di raccolta

Prima di procedere alla fase di raccolta si dovrà eseguire un'attenta analisi pedologica degli orizzonti (Fig. 6) per definire lo strato organico superficiale biologicamente attivo (**topsoil**, costituito dagli orizzonti O - lettiera organica ed A - orizzonte biostrutturato, di contatto tra organico e minerale), lo strato pedogenizzato sottostante (**subsoil**, rappresentato dall'orizzonte B - strato eluviale di deposito) e la roccia madre alterata (orizzonti C - roccia alterata e D - roccia in posto).

Da questa suddivisione dipendono indicazioni operative differenziate:

- per il topsoil si dovrà prevedere una fase di raccolta e movimentazione che limiti le alterazioni fisiche, chimiche e biologiche, privilegiando l'uso dell'escavatore;
- per il subsoil si potrà prevedere ad una raccolta e movimentazione che ne rispetti gli aspetti fisici e chimici anche utilizzando la movimentazione con una lama meccanica;
- per la roccia madre alterata si potrà prevedere una fase di raccolta più speditiva.

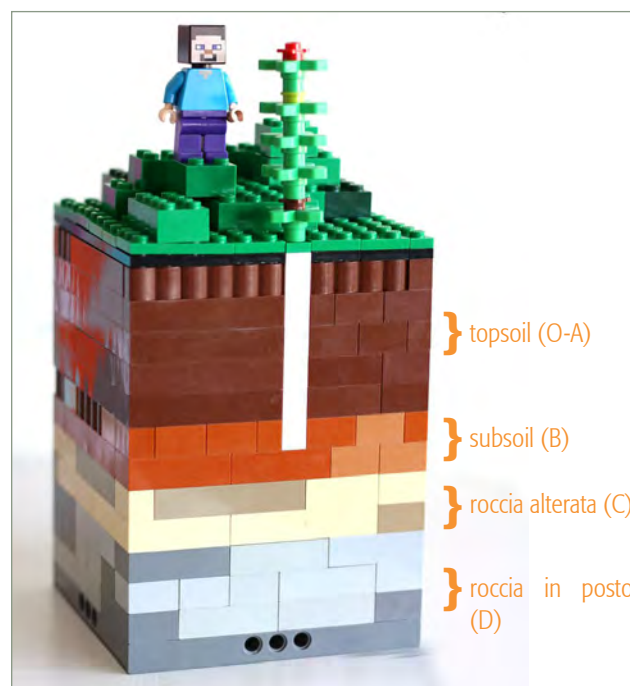


Figura 6 Gli orizzonti caratteristici di un suolo

Fase di conservazione

Sarà l'orizzonte biologicamente attivo a richiedere il massimo di attenzione e di controllo nella realizzazione e nella gestione dei cumuli, attraverso pacciamature, irrigazioni o semine in copertura di specie annuali che limitino i fenomeni di degrado. Il topsoil dovrà inoltre essere utilizzato il prima possibile per evitarne alterazioni sostanziali.

Fase di riuso

Nella fase della rimodellazione finale si procederà alla ricostruzione della stratificazione corretta evitando sovrapposizioni sbagliate o miscele improprie. Bisogna prestare particolare attenzione in questa fase ai parametri fisici di tutte le diverse componenti ed evitare un eccessivo costipamento che alteri in modo permanente la densità e la porosità del suolo.

Aspetti geo-meccanici

La creazione di nuovi orizzonti superficiali non dovrà mai interessare ambiti meccanicamente instabili. La risorsa suolo deve essere riutilizzata solo in condizioni di accertata stabilità meccanica al fine di evitare fenomeni franosi o erosioni incontrollate.

Aspetti ecologici

Nella ricostruzione degli orizzonti si dovrà ricercare la massima variabilità negli spessori sia tra le diverse aree presenti nella cava sia entro ciascun'area. Obiettivo è ricreare ambiti e condizioni microstazionali diversificate per favorire una maggiore biodiversità.

IDRAULICA

ANALISI DEI DATI

L'analisi dei dati raccolti ha evidenziato che circa il 65% dei siti di montagna e il 50% di quelli di pianura sono privi dell'isolamento idraulico degli scavi, aspetto fondamentale per evitare contributi idrici esterni non controllati.

La rete idraulica primaria che intercetta lo scorrimento delle acque superficiali è risultata assente nel 40% delle cave prese in esame.

Anche la distribuzione spaziale della rete è risultata essere sufficiente solo nel 46% delle aree omogenee, con interassi tra i fossi, variabili tra i 15 m, negli ambiti di versante, e i 30 m in quelli pianeggianti. Anche la profondità dei fossi varia in funzione della localizzazione, tra i 0,5 m nelle aree montane ed i 0,75 m in quelle di pianura, così come le pendenze medie, comprese tra i 5-9 gradi in montagna e 0-1 gradi in pianura.

La presenza di una rete idraulica secondaria, che raccoglie i deflussi incanalati dalla rete primaria e li allontana in sicurezza, è risultata assente nel 40% dei siti analizzati. Negli ambiti di pianura è quasi totalmente assente a differenza della montagna in cui questa tipologia di rete rappresenta un elemento idraulico fondamentale.

La dimensione dei fossi della rete secondaria si differenzia fra montagna e pianura: la larghezza infatti varia tra 1 m in ambito montano e 3 m in pianura; la profondità varia tra 1 m in ambito montano e 1,75 m in pianura.

Lo stato di manutenzione delle reti è risultato inadeguato in circa la metà dei siti; in stato di pessima manutenzione è risultato l'11% di entrambe le tipologie di rete, mentre il 30% è risultato in stato di scarsa manutenzione. Rispetto alle aree omogenee dentro i siti estrattivi, emergono valori anche più preoccupanti raggiungendo rispettivamente il 15% in pessima ed il 57% in scarsa manutenzione.

Da sottolineare che queste condizioni di inadeguatezza dimensionale interessano quasi esclusivamente gli ambiti montani dove le funzioni delle reti scolanti sono più importanti.

Le reti idrauliche primarie e secondarie sono per



lo più alterate da fenomeni di erosione profonda e in parte da fenomeni di ostruzione e sifonamento.

Solo in una minima parte dei casi sono presenti opere idrauliche con la funzione di stabilizzare il fondo e di ridurre le pendenze e la velocità delle acque di scolo entro le reti scolanti (soglie, briglie, ecc.). Analizzando la situazione delle aree omogenee montane, dove il problema del deflusso in sicurezza è predominante, emerge che solo l'8% delle reti primarie ed il 36% delle reti secondarie analizzate sono dotate di opere idrauliche di presidio.

Dall'analisi dettagliata delle opere presenti emerge un dimensionamento parzialmente adeguato nella metà dei siti, anche se in molti casi sono presenti interassi eccessivi e lo stato di conservazione non è ottimale. Raramente, solo il 7%, queste opere presentano processi di rinaturazione in atto.

SISTEMAZIONI A BACINO

Sono stati presi in esame 18 siti caratterizzati da recuperi con bacini d'acqua permanenti (che rappresentano il 70% del campione, di cui il 20% in montagna e il 50% in pianura) con dimensioni

variabili tra i 0,7 ettari in montagna ed i 10 ettari in pianura. Quasi la totalità di questi bacini sono il risultato della passata attività estrattiva e solo uno risulta essere realizzato per mezzo di argini. La destinazione di questi bacini è nel 50% dei casi di tipo naturalistico, nel 28% dei casi di tipo idraulico (bonifica o irrigazione) mentre per il restante 22% si suddivide tra turistico-ricreativo, sportivo e agricolo.

Le forme sono regolari con sponde inclinate o ripide nella maggior parte dei casi analizzati.

Circa la metà dei bacini non presenta sistemi di scolo o svuotamento.

Nel 16% dei siti sono presenti laghetti effimeri, piccole raccolte d'acqua non permanenti e non profonde.

RISULTATI DELL'ANALISI

Complessivamente dall'analisi si può concludere che le soluzioni adottate:

- hanno parzialmente garantito il necessario l'isolamento idraulico dei siti;
- hanno parzialmente favorito la realizzazione di una rete di scolo primaria e secondaria ben dimensionata;
- hanno parzialmente risolto i problemi di sta-



Figura 7 Vigarano Pieve (Ferrara), recupero a bacino idrico

bilizzazione e conservazione della rete;

- hanno in alcuni casi portato alla costruzione di opere idrauliche che si sono rivelate inadeguate nel posizionamento, nel dimensionamento e nei materiali utilizzati;
- hanno in gran parte risolto le problematiche geotecniche relative alla sicurezza dei bacini di acqua permanenti.

SUGGERIMENTI

- porre maggiore attenzione all'isolamento idraulico attraverso la costruzione di fossi perimetrali adeguati;
- predisporre con la massima attenzione una rete primaria per la raccolta delle acque superficiali specie in ambiti montani. Questa rete deve essere capillare, sufficientemente profonda e caratterizzata da una pendenza contenuta;
- predisporre con la massima attenzione una rete idraulica secondaria di raccolta ed allontanamento delle acque in eccesso. La rete idraulica deve essere innanzitutto dimensionata su casi critici di deflusso adeguati, deve essere posizionata in condizioni di massima stabilità e con pendenze adeguate;
- è necessario suddividere la rete in bacini scolanti indipendenti evitando nel contempo la realizzazione di tratti di rete troppo lunghi;
- devono essere predisposti tutti i presidi necessari per stabilizzare la rete sia nel fondo che sulle sponde.;
- la progettazione della rete idraulica deve risolvere problematiche diverse:
 - nel breve periodo: gestire grandi volumi di deflusso in ambiti in via di stabilizzazione ed in assenza di una adeguata copertura vegetale;
 - nel lungo periodo: stabilizzare la rete per trasformarla in un sistema idraulico naturale, favorendo l'insediamento di sistemi vegetali stabilizzanti ed autoriparanti;
 - per i bacini permanenti: favorire morfologie più variegata, sponde meno acclivi e porzioni maggiori della superficie del bacino con battenti d'acqua contenuti (<1.50m) al fine di favorire l'attività biologica (canneti, tifeti), l'ossigenazione e nel contempo una maggiore sicurezza nella fruizione del sito.

ASPETTI PROGETTUALI

La progettazione delle reti idrauliche a servizio del recupero dell'area deve prevedere un allontanamento veloce e sicuro delle acque in eccesso per non compromettere l'integrità e la stabilità dei fronti rimodellati. Pertanto, nel breve periodo, la progettazione deve prevedere la realizzazione di una rete artificiale efficace ed efficiente che si possa trasformare nel tempo in un sistema di scolo naturale prendendo in considerazione degli eventi critici attesi (tempi di ritorno 100-200 anni) plausibili per le particolari condizioni di stabilità dei siti. Nel medio periodo, per favorire la trasformazione della rete artificiale in un sistema "naturalizzato", si deve operare attraverso una rinaturalizzazione guidata della rete, con inerbimenti, piantagioni ed ingegneria naturalistica che favoriscano la complessiva stabilizzazione sia del fondo che delle scarpate della rete. Inoltre la gestione della successiva fase di rinaturazione del sistema dovrà mirare all'ottenimento di un sistema stabile, efficace, autoriparante a bassa o nulla manutenzione.

Aspetti fisici

La stabilità e la durata della rete idrica artificiale non può prescindere da una organizzazione planimetrica del sito adeguata all'obiettivo da raggiungere, con un rimodellamento morfologico adatto alle esigenze di stabilità della rete idraulica.

Le reti dovranno essere caratterizzate da un'elevata densità spaziale dei fossi dei diversi ordini, per limitare i volumi di deflusso dei singoli tratti. Gli interassi delle affossature primarie dovranno essere sempre contenuti (8-12 m) specie in pendenza. I fossi di tutti gli ordini dovranno essere sufficientemente profondi (0,6-1 m) al fine di intercettare anche i deflussi ipogei e limitare la formazione di falde pensili superficiali. Si dovrà prevedere la realizzazione di diversi sottobacini tra loro indipendenti per limitare gli effetti di eventuali singoli cedimenti.

La caratteristiche dei singoli tratti dovranno

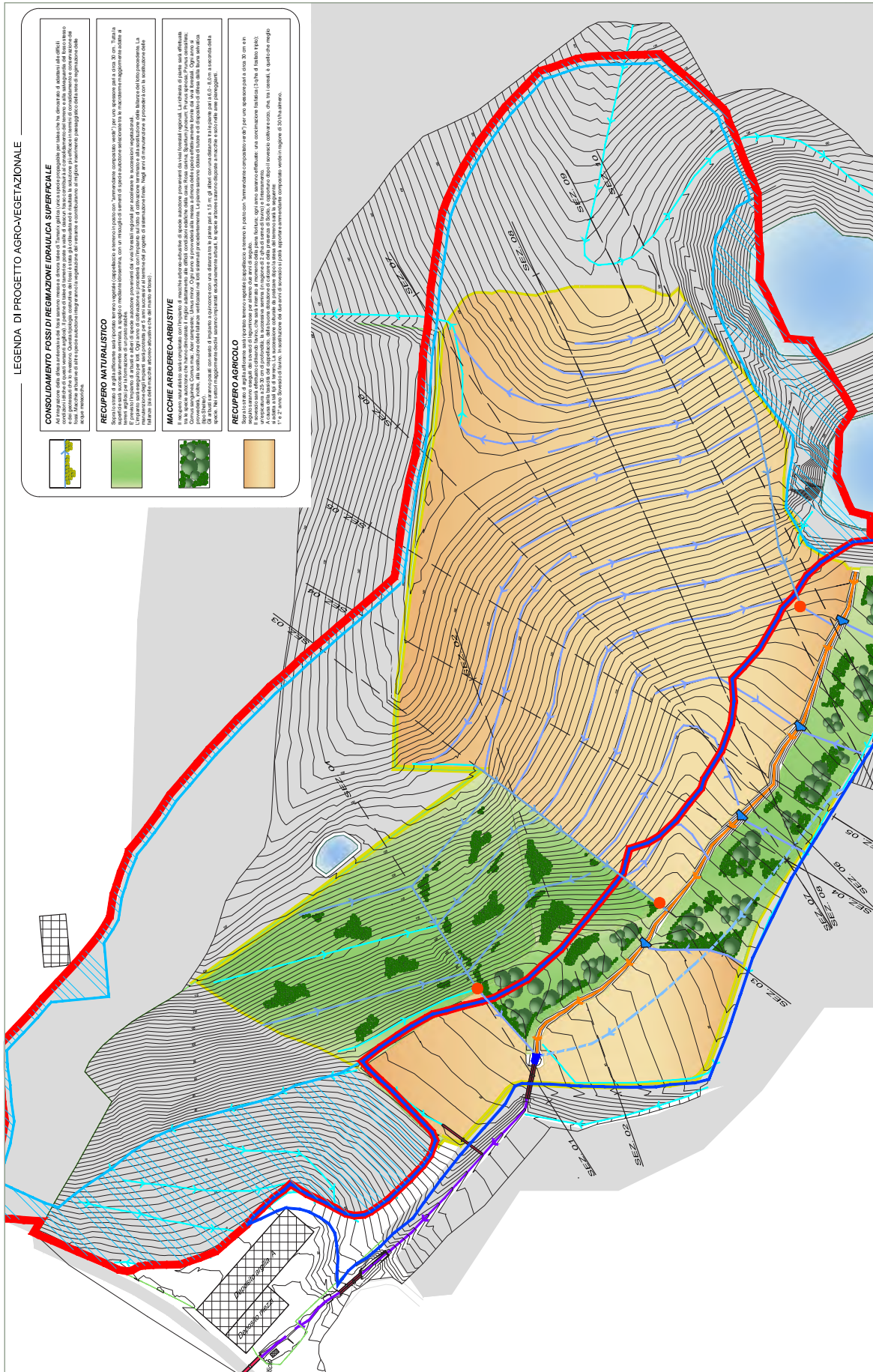


Figura 8 Progetto della rete idraulica della Cava Arzella (Riolo Terme, Ravenna)



prevedere la limitazione dei volumi e delle velocità di deflusso elevate. Si dovranno sempre privilegiare pendenze limitate o contenute. I tratti a maggiore pendenza normalmente dovranno essere protetti con opere di corazzatura o con briglie stabili e durevoli.

La creazione di sezioni ben stabilizzate nelle tratte di ordine superiore, eviteranno la propagazione verso monte di eventuali cedimenti.

Per garantire la durata e la funzionalità della rete, ove possibile, si consiglia l'adozione di sezioni allargate di raccordo eccedenti a quelle di progetto lungo la rete di ordine superiore, come franco di sicurezza per gli eventi climatici estremi che eccedono i limiti di progetto.

Aspetti ecologici

La rete dovrà consentire una variabilità morfologica tale da determinare condizioni diversificate che favoriscano una elevata biodiversità. A tal fine, fermo restando quanto già indicato precedentemente, si dovranno prevedere:

- accumuli di acqua permanenti (bacini) e/o temporanei di volumetrie differenziate;
- profondità varie tra ed entro gli accumuli idrici;
- sponde a pendenze e forme variegata e differenziate;
- alternanza di salti e vasche nella rete di scolo di ordine superiore;
- presenza stabile della vegetazione arbustiva ed arborea per stabilizzare fondo e scarpate ed aumentare la scabrosità nel medio e lungo periodo sfruttando le capacità autoriparanti della componente vegetale.

Vincolo gestionale

La rete di ordine superiore deve sempre essere facilmente accessibile e raggiungibile per favorire una facile gestione e manutenzione nel tempo.

CONTROLLO DELL'EROSIONE SUPERFICIALE

ANALISI DELLA SITUAZIONE

L'analisi dei siti di cava ha evidenziato la presenza di opere di ingegneria naturalistica (Fig. 9) solo nel 19% dei casi e tra queste le opere più presenti (40%) sono le palificate. Di tutte le opere censite ben il 40% presenta alterazioni strutturali anche profonde.

Lo stato di conservazione delle strutture appare per lo più alterato, inficiandone la durata nel tempo. La vegetazione di supporto e di sostituzione è presente nel 60% dei casi, anche se un 40% di questa appare sofferente o stentata.

In generale la funzione dell'opera di ingegneria naturalistica molte volte è apparsa discutibile se non inutile; viene usata spesso con funzione di sostegno meccanico in situazioni estreme, in sostituzione di altri interventi più consoni (rimodellamenti più adeguati o regimazioni idrauliche più capillari), impiegando inoltre, metodi e materiali non del tutto adeguati.

ASPETTI PROGETTUALI

La progettazione deve prevedere tutti gli interventi tecnici necessari per limitare, nella prima fase di insediamento della vegetazione, il fe-

SUGGERIMENTI

- la scelta delle opere di ingegneria naturalistica deve essere sempre sintonizzata con gli obiettivi prescelti per l'area: nel caso delle destinazioni naturalistiche si devono privilegiare interventi di lungo periodo che non richiedano successive manutenzioni o ricostruzioni, favorendo, dove possibile, il rimodellamento dei fronti rispetto alle opere ingegneristiche;
- si deve porre maggiore attenzione alla funzione delle opere, alla loro durata limitata, alle difficoltà di una manutenzione nel medio periodo: la sostituzione delle strutture di sostegno meccanico con la vegetazione non appare raggiungibile in condizioni stagionali così difficili quali le scarpate di cava;
- associare sempre alle opere di ingegneria naturalistica una regimazione locale delle acque di scolo più attenta.



Figura 9 Opere di ingegneria naturalistica per il controllo dell'erosione superficiale, Parco museo geologico del Monticino, Brisighella (RA)

nomeno dell'erosione superficiale e profonda. Questi interventi sono da integrare con la progettazione morfologica, pedologica e idraulica, privilegiando sempre scelte di lungo periodo a bassa manutenzione.

Visti i costi elevati e le difficoltà di rivegetazione manifestatesi nei nostri climi, gli interventi di ingegneria naturalistica dovranno mantenersi in un ambito di transitorietà programmata per favorire il successivo insediamento della vegetazione spontanea, evitando o limitando funzioni di sostegno meccanico permanente. Interventi di sostegno profondo sono da prevedere solo in nel caso di esigenze particolari (ad. esempio la presenza di infrastrutture) e solo nell'eventualità di una continuità gestionale.

MIGLIORAMENTO DELL'ORIZZONTE SUPERFICIALE

ASPETTI PROGETTUALI

Lo scopo fondamentale del miglioramento dell'orizzonte superficiale è riattivare il ciclo della fertilità per creare condizioni favorevoli all'impianto e allo sviluppo iniziale della vegetazione e favorire l'evoluzione nel medio periodo dell'ecosistema ricostruito.

Gli interventi sull'orizzonte superficiale vanno

progettati sulla base di una chiara visione degli obiettivi finali del recupero e di una buona conoscenza della mineralogia, della fisica e della chimica dell'orizzonte superficiale.

Sulla base di queste informazioni, il progettista deve, innanzitutto, definire la necessità, l'entità e la tempistica degli interventi agronomici:

- puntando su un **approccio intensivo**, caratterizzato da forti input esterni, per modificare i caratteri fondamentali del suolo (pH, struttura, nutrienti) e contrastare fattori limitanti fisici e chimici locali;
- puntando su un **approccio estensivo**, basato sulla conoscenza delle condizioni ecologiche esistenti e sulla scelta di specie adatte a vegetare in tali condizioni, dove gli interventi esterni saranno più limitati, utili solo a favorire in modo transitorio l'insediamento della vegetazione.

Le tecniche potenzialmente adottabili sono tutte di origine agronomica e come tali hanno un'efficacia comunque limitata nel tempo: mentre nel mondo agricolo queste tecniche (lavorazioni, concimazioni ecc.) possono e vengono periodicamente reiterate, negli interventi di riqualificazione ambientale questa possibilità si riduce, sia per ragioni tecniche sia per ragioni economiche.

Nella riqualificazione ambientale, inoltre, l'orizzonte temporale di riferimento degli interventi si amplia passando dal breve al medio periodo. Sulla base di questo i progettisti potranno utilizzare:

- **interventi con effetti a breve termine:** insieme di interventi che hanno un'azione limitata nel tempo, (settimane/mesi) ma che possono essere fondamentali per l'impianto e l'insediamento della vegetazione (lavorazioni, pacciamature, correzioni, concimazioni azotate); sono operazioni sempre da associare ad interventi con effetti più persistenti;
- **interventi con effetti a medio termine:** insieme di interventi (ammendamenti, concimazioni di fondo) con effetti immediati meno intensi il cui risultato perdura più a lungo, interagendo con l'evoluzione della copertura vegetale e dell'orizzonte superficiale; sono interventi molto importanti nel recupero di tipo naturalistico e forestale, dove gli aggiustamenti o le integrazioni a posteriori risultano essere difficili.

La progettazione agronomica deve avere come obiettivo non solo il raggiungimento di risultati immediati, ovvero l'impianto, l'attecchimento e lo sviluppo della vegetazione, ma anche supportare le prime fasi dell'evoluzione della copertura vegetale. Una buona organizzazione delle diverse tecniche consente di raggiungere queste finalità a costi contenuti, limitando in questo modo il numero degli interventi di manutenzione e di gestione.

Per raggiungere ciò il progettista deve organizzare i diversi momenti operativi definendo:

- **gli interventi preliminari:** insieme delle operazioni colturali che devono essere eseguite in fase di predisposizione e preparazione del sito e dell'orizzonte superficiale (lavorazioni profonde, concimazioni di fondo, correzioni ed ammendamenti, ecc.);
- **gli interventi in fase di impianto:** insieme delle operazioni colturali che devono essere eseguite in fase di semina o trapianto delle specie vegetali (lavorazioni superficiali, concimazioni, pacciamature, ecc.);
- **gli interventi in copertura:** insieme delle operazioni colturali che devono essere ese-

guitate in presenza della copertura vegetale già insediata (concimazioni azotate, trase-mine, controllo della copertura, ecc.).

L'adozione delle diverse tecniche deve comunque essere coerente con il quadro di riferimento biologico prescelto ma nel contempo essere sufficientemente flessibile per adattarsi a condizioni stagionali e microclimatiche variabili negli anni.

ASPETTI ECOLOGICI

Devono essere sempre valutate le interazioni degli interventi previsti con l'ambiente circostante al fine di contenere effetti indesiderati come inquinamenti, lisciviazioni od altro.

ASPETTI BIOLOGICI

Devono essere valutati gli effetti della risposta nel breve e medio periodo della vegetazione insediata al fine di limitare artificializzazioni, semplificazioni, inquinamenti biologici o perdite di biodiversità.

ASPETTI TECNICI

Devono essere valutati gli effetti dei diversi trattamenti agronomici sulle altre componenti progettuali: un miglioramento della porosità e della permeabilità del suolo può portare ad un maggior accumulo di acqua negli strati superficiali, fattore positivo per la vegetazione ma che può compromettere la stabilità degli orizzonti superficiali in assenza di una adeguata sistemazione idraulica. Gli interventi vanno pensati ed armonizzati tra di loro.



Figura 10 Latomia del Paradiso, Siracusa

RICOSTRUZIONE E CONTROLLO DELLA VEGETAZIONE

ANALISI DELLA SITUAZIONE

L'analisi dei siti estrattivi presi in esame ha evidenziato come nel recupero si sia privilegiata la destinazione naturalistica a cui si deve aggiungere anche la destinazione naturalistico-forestale presente in alcuni siti estrattivi di monte. In questi ultimi prevalgono interventi di ricostruzione di fitocenosi assai uniformi (27%), mentre le soluzioni adottate in pianura sono in genere più varie. Le coperture di specie erbacee presentano valori mediamente elevati (75%), anche se si nota una netta differenziazione tra pianura e monte. In pianura gli inerbimenti sono risultati molto efficaci, raggiungendo in alcuni casi il 100% di copertura dell'area recuperata. Invece gli ambiti montani presentano una copertura parziale; questo dipende da vari fattori come la natura ed evoluzione dell'orizzonte superficiale, la stagione dell'intervento, l'esposizione del versante, la disponibilità di vegetazione prativa spontanea negli ambiti circostanti e l'impiego delle semine di partenza.

In generale, in pianura vi sono condizioni più favorevoli, il suolo è migliore, c'è più possibilità di conservare e utilizzare il così detto "cappellaccio" (ovvero la porzione superficiale di terra sovrastante lo strato di interesse estrattivo) e vi sono ovviamente meno problemi dovuti alla pendenza, che può comportare erosione e dilavamento dei nutrienti; anche l'acqua disponibile in genere è maggiore dato che l'acqua meteorica penetra nel suolo e non tende a defluire per l'inclinazione del pendio.

Quindi come risolvere il problema della rivegetazione delle superfici di ex cava sistemate sul piano morfologico ed idraulico? Lo scopo è quello di ricostruire una copertura erbacea efficace, di rapido impianto e durevole nel tempo (che non si degradi rapidamente ad esempio con le piogge, il dilavamento); infine, la vegetazione inserita deve essere durevole, almeno per 3-5 anni, al fine di favorire la normale dinamica vegetazionale; ad esempio bisogna evitare la creazione di un tappeto erboso troppo folto e chiuso a graminacee (es. con i miscugli a base di sole festuche a foglie larghe, quali *Festuca pratensis*, *F. arundinacea*), che impedisca l'ingresso di specie costruttrici di stadi dinamici più evoluti (arbusteti, piante del bosco).

LE PRATERIE ARIDE DI RIFERIMENTO PER GLI INERBIMENTI IN AREA COLLINARE E BASSO-MONTANA (*FESTUCO-BROMETEA*)



Prato arido in Appennino Settentrionale

Lungo i rilievi interni di tutti gli Appennini si estendono praterie secondarie (per lo più di origine antropica) concentrate nella fascia altitudinale compresa tra i 300 e i 1200 m o, nelle zone più aride, fino a 1700-1900 m. Normalmente si sviluppano sui versanti più caldi e assolati e sono derivate da degradazione o distruzione degli originari boschi di latifoglie (querzeti o faggete), tagliati per lo più da lungo tempo per far posto a pascoli e coltivi. Si tratta di formazioni erbacee polispecifiche perenni adattate ad un ambiente arido in cui le graminacee costituiscono la parte dominante. Sono prati molto magri caratterizzati in particolare dal forasacco (*Bromus erectus*),

specie graminacea a vastissima diffusione altitudinale nella fascia collinare-submontana, che appare dalle radure della macchia fino al crinale appenninico e diventa la specie a maggiore copertura soprattutto laddove il prato è adibito a pascolo, dando origine a prati stabili, che si mantengono finché il pascolo si conserva.

I prati aridi appenninici possono presentare molteplici aspetti in base alla diversa composizione floristica: tra le specie più frequenti, oltre al forasacco, si ricordano festuche (*Festuca inops*, *F. trychophylla*, *F. trachyphylla*, *F. valesiaca*), brachipodi (tra cui *Brachypodium rupestre*), eliantemo (*Helianthemum apenninum*), salvastrella minore (*Sanguisorba minor*), caglio zolfino (*Galium verum*), erba querciola (*Teucrium chamaedrys*), pelosella (*Hieracium pilosella*), vedovina selvatica (*Scabiosa columbaria*), stellina purpurea (*Asperula purpurea*).

Le specie più interessanti dal punto di vista floristico sono però alcune orchidee del genere *Ophrys* che compaiono in primavera. Spesso è anche presente qualche arbusto di ginestra odorosa (*Spartium junceum*).

Queste praterie naturali, su substrato tendenzialmente neutro-basico, sono un ottimo esempio di riferimento per la ricostruzione di una vegetazione erbacea o preforestale in tutta la fascia da basso-collinare a montana, dove sono presenti molte aree di cava, sia attive che dismesse. Essendo in genere vegetazione erbacea abbastanza termofila e non molto evoluta, esse possono costituire esempi da imitare ampiamente nelle fasi iniziali di un recupero ambientale, puntando soprattutto sulle specie erbacee più frequenti e meno esigenti, spesso anche capaci di vivere su substrati magri e con molti detriti affioranti. Si consiglia di utilizzare non molte specie (da 2 a 7), con *Bromus erectus*, festuche varie e brachipodi; sarebbe utile anche l'utilizzo di qualche leguminosa azoto-fissatrice, quindi capace di migliorare il suolo quanto a nutrienti (es. *Astragalus monspessulanus*). Anche la Ginestra odorosa ha lo stesso pregio e può essere inserita, magari a gruppi, quando la copertura erbacea sarà più consolidata; questa specie resta comunque anche una buona pioniera. Questi semi possono essere raccolti nelle zone circostanti, seminati a prato arido, oppure almeno in parte acquistati presso le ditte sementiere specializzate in produzione e commercio di flora spontanea, oggi attive anche in Italia settentrionale (spesso nate come spin-off universitari, es. ad Udine e Pavia).



Orchidea *Ophrys bertolonii* ssp. *benacensis* (Foto di Thomas Abeli)

Nelle zone di collina e montagna, la soluzione può essere quella di ispirarsi alla vegetazione prativa arida semi-naturale (vedi Box soprastante) oppure riferirsi ad esperienze realizzate nella

zona delle Alpi, con l'uso delle sementi derivanti dai prati polifitici meso-eutrofici, in condizioni semi-naturali o comunque da sfalcio (il così detto "fiorume").



Nel primo caso, si dovrà cercare di simulare la vegetazione di prati aridi, puntando fondamentalmente sulle specie fisionomizzanti, quali graminacee come bromi e festuche, e poi possibilmente arricchendo questo miscuglio-base con composite e leguminose (queste ultime azotofissatrici). La disponibilità di sementi può essere garantita mediante la raccolta in campo in praterie semi-naturali. Il numero di semi da raccogliere è grande, in quanto le superfici da rinverdire sono in genere ampie e i semi selvatici presentano bassi livelli di germinazione, inferiori rispetto alle percentuali previste per legge per le sementi commerciali. Sulla base di prove sperimentali svolte in laboratorio, la germinazione che si ottiene da specie erbacee raccolte direttamente in natura varia a seconda della specie e del lotto di semi, spesso con percentuali che al più raggiungono il 30-50%. Spesso si hanno germinazioni nulle o quasi, dovute anche a situazioni speciali di blocco fisico della germinazione (es. tegumenti molto coriacei) o fisiologico, dovuto a speciali dormienze, che possono interrompersi seminando nel periodo giusto (es. in autunno e non in primavera) o comunque trattando i semi per un periodo congruo con shock termici a temperature basse, per interrompere questo stato di riposo forzato.

La raccolta a mano è utile, in quanto precisa (si può evitare di fare un miscuglio), volendo può essere anche specie specifica ed esistono manuali tecnici che spiegano in modo molto preciso come deve avvenire. Tuttavia, con questa tecnica, non si riescono in genere a realizzare grandi quantità di semi e pertanto la tecnica più utile per gli inerbimenti è quella di usare miscugli misti raccolti a macchina nelle zone limitrofe (es. con attrezzature a spalla), oppure passare da una fase di coltivazione intermedia, per moltiplicare i semi, soprattutto se raccolti in purezza. Si può pensare in tal senso alla realizzazione, magari appoggiandosi a piccole aziende agricole o vivaistiche specializzate, di una produzione sementiera *ad hoc*, con campi realizzati con erbacee perenni tipo graminacee (piante madri), su telo pacciamante in PVC o simili, da cui si raccolgono poi facilmente i semi (a mano o a macchina), per almeno 4-5 anni di seguito, per poi

APPROFONDIMENTI

L'ORNIELLO



L'orniello (*Fraxinus ornus*), appartiene alla famiglia delle *Oleaceae*; fiorisce da aprile a giugno e fruttifica a settembre-ottobre. La specie si sviluppa dal livello del mare fino a 700 metri di altitudine.

È un albero non troppo alto (da 2 fino a 10-15 metri) con la corteccia grigio scura liscia e compatta, e gemme bruno-grigie. La pianta si propaga da seme, ma anche per polloni radicali e per propaggine.

In Europa si trova nella parte centrale e meridionale e in Italia è distribuita su tutto il territorio. È una specie che esige una buona illuminazione in età adulta (mentre gli esemplari giovani tollerano l'ombra) ed è molto comune e diffusa dalla collina fino alla bassa montagna; sopporta i rigori invernali e si adatta a tutti i terreni, compresi quelli argillosi e calcarei.

In Emilia-Romagna forma boschi misti soprattutto con roverella (*Quercus pubescens*), carpino nero (*Ostrya carpinifolia*), acero campestre (*Acer campestre*), carpino bianco (*Carpinus betulus*), cerro (*Quercus cerris*) e anche leccio (*Quercus ilex*), da sempre governati a ceduo per sfruttare l'elevata capacità di questa specie di ricacciare polloni dalla ceppaia e produrre legna da ardere e un tempo carbone.

Di norma l'impianto di questa specie si effettua con semenzali di 2 o 3 anni oppure con trapianti di 2-4 anni allevati in vivaio; raramente si ricorre alla semina. I turni di taglio dei cedui si aggirano tra i 15 e i 20 anni.

Data la sua frugalità ed adattabilità a quasi tutti i terreni e la capacità di vivere anche in ambienti fortemente aridi e primitivi come evoluzione del suolo, questa è una specie arborea, come il pino silvestre, già direttamente utilizzabile nei recuperi ambientali di cava nelle fasi iniziali o quasi, in ambiti di collina e bassa montagna. È possibile anche la semina diretta a buchette, meglio se raccogliendo direttamente i semi dalle zone circostanti dove cresce.

LE BANCHE DEL GERMOPLASMA

UNO STRUMENTO FONDAMENTALE PER LA CONSERVAZIONE DELLE SPECIE VEGETALI E PER IL LORO UTILIZZO E IL RECUPERO AMBIENTALE



Semi di *Silene vulgaris* pronti per il congelamento in una banca semi

La raccolta e lo stoccaggio *ex situ*, cioè al di fuori dell'ambiente naturale di crescita, dei semi è riconosciuto a livello internazionale (UNEP - *United Nations Environment Programme*; GSPC - *Global Strategy for Plant Conservation*; CBD - *Convention on Biological Diversity*) come uno strumento molto efficace, soprattutto se organismi a rischio di estinzione, ma utile anche per fornire materiale per rafforzare popolazioni di piante spontanee e recuperi ambientali.

In particolare, lo stoccaggio dei semi presenta numerosi vantaggi, in quanto consente di conservare in poco spazio numerose specie e una grande variabilità genetica. Infatti, i semi sono in genere piccoli (e quindi poco ingombranti), geneticamente unici e molto longevi, soprattutto se conservati a determinate condizioni.

La conservazione *ex situ* dei semi avviene in strutture specializzate, dette **banche del germoplasma**, come le **banche dei semi**.

Lo scopo di queste strutture è la conservazione a lungo termine delle specie vegetali per mantenere elevati livelli di biodiversità, preservare l'ambiente e promuovere lo sviluppo sostenibile. Tutte le attività che si svolgono in una banca semi, dalla raccolta, alla caratterizzazione e conservazione a lungo termine, seguono precisi standard internazionali (cfr. manuali del progetto europeo ENSCONET). In particolare, si pianificano

raccolte dei semi in natura, predisponendo anche campioni d'erbario per la determinazione delle specie; tra la raccolta dei semi ed il loro conferimento in banca semi deve passare il minor tempo possibile. Presso la banca del germoplasma, i campioni vengono prima fatti essiccare e successivamente si procede alla separazione dei semi dal rimanente materiale vegetale (es. foglie, frutti); tale operazione viene eseguita con l'ausilio di semplici setacci metallici a maglie di differente diametro ed attraverso specifici macchinari di pulizia. Poi i semi maturi, oramai puliti, vengono messi in camera di disidratazione (*drying room*), dove vengono costantemente mantenute condizioni di temperatura a 15°C e di umidità relativa (RH) al 15%, che permettono la lenta ma costante perdita del contenuto in acqua nei semi; questa è una procedura indispensabile per garantire il corretto congelamento (a -18°C) del germoplasma. Infatti, dopo un mese in *drying room*, i semi raggiungono un contenuto in acqua molto basso, attorno al 3-7%, che consente il congelamento senza rischi di formazione di cristalli di ghiaccio al loro interno, che ucciderebbero l'embrione. Ogni campione viene caratterizzato presso i laboratori: massa del campione (grammi) e conta dei semi. Altra attività della banca consiste nei test di germinazione di *routine* per la verifica della vitalità dei campioni congelati.

Spesso, per le varie specie raccolte vengono creati dei duplicati come ulteriore garanzia di conservazione a lungo termine; questi vengono inviati ad altre banche del germoplasma, sia nazionali che internazionali.

Oltre alla *mission* principale di conservazione, le banche dei semi, in casi specifici, possono fornire campioni di semi per alcune specie target coinvolte in specifici progetti di ricerca e conservazione, in collaborazione con altri enti di ricerca. Ciò include certamente anche il recupero ambientale delle aree di cava.

La cosa più opportuna da fare, in attività di recupero ambientale, sarebbe la raccolta in natura di quantitativi (anche non elevati) di semi appartenenti alle tipologie vegetazionali da ricostruire, soprattutto per le specie fisionomizzanti e, possibilmente, per quelle caratteristiche (magari escludendo, almeno all'inizio, le specie ecologicamente più esigenti). In caso tali semi fossero già conservati presso banche del germoplasma, si può farne richiesta; inoltre, quando possibile, è meglio operare una fase di moltiplicazione del materiale raccolto e stoccato in banca semi (appoggiandosi ad adeguate strutture floro-vivaistiche). Ciò permette di ottenere quantità decisamente maggiori di semi, utilizzabili in parte direttamente in ambito di ex cava per le semine (ad es. per inerbimenti), ed in parte per ulteriori moltiplicazioni (per alcune generazioni). La banca semi, in definitiva, come *un'hub* (magazzino tecnologico), permette di dilazionare nel tempo l'uso dei semi raccolti in natura o coltivati, grazie alla capacità dei trattamenti applicati a questi ultimi di prolungarne la longevità.



cambiare il pool genico di base, che altrimenti si impoverisce; questi semi potranno essere successivamente raccolti ed utilizzati nell'anno della produzione (sempre consigliabile) oppure depositati temporaneamente in Banche del Germoplasma (vedi box a fianco) a cui appoggiarsi, per permettere utilizzi in anni successivi. Il 60-70 % dei miscugli, fatti da 5-7 specie almeno, può così essere costituito da graminacee, quali *Bromus erectus*, *Brachypodium rupestre*, festuche a foglie strette di ambienti aridi come *Festuca inops*, *F. trachyphylla*, molto comuni su vari substrati (dalle marne, al gesso, alle ofioliti). Anche la *Sesleria* può essere utilizzata con successo, per esempio sulle argille della collina parmense, modenese o reggiana, con specie quali *Sesleria pichiana*.

Per il restante 30-40% dei miscugli si consiglia di pensare a leguminose ed eventualmente composite come: *Astragalus monspessulanus*, *Leontodon villarsii* e tante altre deducibili dagli studi realizzati dai vegetazionisti e fitosociologi sulle colline e montagne emiliano-romagnole negli ultimi 30-40 anni (Tomaselli, 1997; Alessandrini e Tosetti, 2001; Bassi, 2007; Blasi et al., 2010).

A questo tipo di recuperi con semi reperiti direttamente in natura o che avviano linee di produzione specifica (vivai volanti, colture in piccole aziende agricole, piccole ditte sementiere) si possono poi aggiungere anche altri casi più vicini alla produzione agricola in senso stretto, sicuramente compatibili con il recupero ambientale delle ex cave in zona collinare e di bassa montagna e ci si riferisce al "fiorume".

Il fiorume può essere definito tecnicamente come una miscela di sementi raccolte direttamente in ambiente (non di fornitura vivaistica, da campi appositamente coltivati a monocultura) e commercializzato così come prelevato nel sito di raccolta con o senza pulitura (vedi Direttiva 2010/60/UE e relativo D.Lgs. n. 148/2012); è un materiale vegetale autoctono, da anni sperimentato e quindi impiegato per inerbimenti di elevato valore naturalistico, soprattutto in Europa centro-settentrionale e Nord America.

Vari studi dimostrano che l'impiego di semi raccolti direttamente dall'habitat di riferimento, sotto forma di fiorume, erba verde, fieno, ap-



Figura 11 Esempio di brush harvester

pare in generale come il metodo di inerbimento che garantisce il maggior successo negli interventi di recupero ambientale finalizzati alla ricostituzione dell'ecosistema nel suo complesso.

La produzione del fiorume può essere realizzata con mezzi meccanizzati adatti alle diverse realtà ambientali e logistiche, differenziando mezzi e procedure in relazione ai territori considerati: esistono diverse tipologie di macchine spazzolatrici (*brush harvester*):

- trainate, piccole e versatili, capaci di operare con efficienza anche su superfici in pendenza e substrati disomogenei, tipici degli ambienti montani ed alpini;
- motorizzate, più produttive e veloci, ma per contro più pesanti e rigide e quindi utilizzabili solo in contesti di pianura;
- a spalla, destinate alla raccolta di semente in aree impervie o molto piccole, inaccessibili ai mezzi meccanici (dove sono spesso presenti specie di elevato significato naturalistico).

Gli studi hanno permesso di mettere a confronto le caratteristiche delle raccolte, valutare le rese, confrontare le opinioni degli agricoltori e individuare per ciascuna situazione il macchinario e la procedura più adatta. Un altro aspetto fondamentale della produzione di fiorume riguarda il suo corretto impiego e la sua commercializzazione, partendo dalla misurazione di caratteristiche di prodotto oggettive e quantificabili. Un buon punto di riferimento sono i

IL PINO SILVESTRE, ECOTIPO EMILIANO



Il pino silvestre (*Pinus sylvestris*) appartiene alla famiglia delle Pinaceae ed è una Gimnosperma, definita conifera per le infruttescenze a cono (pigne), con le tipiche foglie aghiformi, cioè senza una lamina fogliare espansa, bensì ridotta alla sola nervatura centrale; fiorisce da Aprile a Giugno e fruttifica con coni che impiegano due anni dopo la fioritura per raggiungere la piena maturità, che sopraggiunge in piena estate. La specie si sviluppa da 2-300 metri fino a 7-800 metri di altitudine in Emilia-Romagna (sulle Alpi arriva fino a 2000 metri).

È un albero alto fino a 40 metri, con una chioma ovale-piramidale irregolare. Negli individui adulti la corteccia è di colore rossiccio-giallastro nella parte superiore del fusto, mentre nella parte inferiore è grigio-brunastra. Le foglie aghiformi sono lunghe 3-6 cm, rigide e spinose, di colore verde glauco e contorte a spirale; sono riunite a due su ciascun fascetto ed in genere restano sulla pianta per 4 anni. I fiori maschili sono dei coni giallo-rosei riuniti in mazzetti terminali, mentre i fiori femminili sono piuttosto corti, rotondeggianti e terminali. L'infruttescenza è un cono oblungo e conico di medie dimensioni, di colore grigiastro ed opaco a maturità. I semi sono piccoli e bruni.

Albero estremamente diffuso in Europa dalla Spagna alla Scandinavia e in Asia fino alla Manciuria, in Emilia-Romagna è presente allo stato naturale soprattutto nella fascia appenninica e collinare superiore delle province di Modena, Reggio e Parma, ai margini dei boschi misti, di specie però caducifoglie, oppure in piccole formazioni pure. È una specie amante della luce che predilige un ambiente arido.

Si tratta di popolazioni di origine naturale (popolazioni autoctone relittuali), con caratteristiche morfologiche e genetiche proprie, vista la disgiunzione dalle popolazioni alpine ed il loro prolungato isolamento.

Si propaga per seme e l'impianto si effettua per semina oppure con semenzali di 1 o 2 anni o, ancora, con trapianti di 2-3 anni; successivamente possono essere necessari degli sfollamenti (soprattutto negli impianti eseguiti per semina) e delle ripuliture.

In virtù della sua frugalità, cioè forte adattabilità a pressoché tutte le condizioni ecologiche, questa entità si presta bene come specie pioniera nei rimboschimenti di terreni poveri e aridi. Gli ecotipi spontanei della regione sono sicuramente i più adatti all'impiego nella zona appenninica, rispetto ad altre varietà. La specie presenta infatti numerose varietà a scopo ornamentale, usate nei giardini e nei parchi per le caratteristiche della chioma e del tronco.

Pertanto è fortemente raccomandato l'uso degli ecotipi emiliani di questa specie nei ripristini ambientali di aree di ex cava nella collina e bassa montagna emiliane. Ci si deve però assicurare dell'effettiva provenienza locale, per evitare dannosi inquinamenti genetici a carico delle popolazioni naturali della specie. A tal fine, andrebbe potenziata la produzione vivaistica a scopo naturalistico con l'uso di seme raccolto in posto e l'esclusione di mescolamento con altre provenienze (anche dalle Alpi).

protocolli dell'International Seed Testing Association (ISTA 1999 e successivi aggiornamenti), comunemente in uso per le sementi in purezza soprattutto di specie di interesse agronomico. Le prove standardizzate previste sono state di recente rimodulate ad opera di vari centri interessati al fiorume, arrivando a definire un metodo di caratterizzazione basato sulla misurazione di parametri come la purezza, il contenuto in semi per unità di peso e il tasso di germinazione. Questi caratteri, non necessariamente richiesti

dalla normativa vigente per la commercializzazione delle sementi, sono utili in ogni caso per la definizione della densità ottimale di semina a garanzia del successo dell'inerbimento e per il controllo della produttività dei prati donatori. I numerosi inerbimenti sperimentali hanno avuto esito positivo in termini di copertura del suolo, di composizione specifica, di contenimento delle esotiche, e hanno confermato la possibilità di impiego di densità di semina del tutto in linea con quanto proposto dai manuali tecnici per le



APPROFONDIMENTI

LA GINESTRA ODOROSA



La ginestra odorosa (*Spartium junceum*) appartiene alla famiglia delle Fabaceae o Leguminosae; fiorisce da Maggio a Luglio e fruttifica ad Agosto e Settembre. La specie si sviluppa tra la bassa e la media collina.

È un arbusto inerme (privo di spine) alto da mezzo metro fino a 3 metri, con rami verdi lisci eretti e cilindrici. Le foglie, di colore verde glauco, cadono precocemente e sono rade, lanceolate, glabre con picciolo molto piccolo (subsessili). I fiori sono grandi (2-3 cm), solitari e molto profumati, di colore giallo brillante, con corolla papilionacea. Il frutto è un legume eretto lungo 4-8 cm e largo 5-7 mm, compresso, arcuato e ricoperto da peli setosi, quasi nero a maturità; contiene da 10 a 14 semi.

Entità nativa del Mediterraneo, è presente in Italia, Libano, Turchia, Crimea, Balcani, Francia mediterranea, Penisola Iberica e Africa settentrionale ed è naturalmente ed ampiamente diffusa in Emilia-Romagna. È una specie che esige molta luce e terreni aridi, comune e diffusa nella fascia collinare e montana inferiore. Qui forma densi popolamenti, in particolare su suolo argilloso. In zone particolarmente aride e su suoli poveri può essere considerata come stadio di passaggio verso i querceti della fascia submediterranea.

Viene impiegata nel consolidamento dei terreni argillosi e pertanto è fortemente raccomandata nella rivegetazione dei terreni di ex cava collinari e montani, sia in trapianto che in semina a buchette. Nel caso poi si formino popolamenti troppo densi può essere diradata e nelle aree aperte possono essere introdotti anche giovani individui arborei più esigenti, come la roverella (*Quercus pubescens*) o il carpino nero (*Ostrya carpinifolia*). Il seme è rivestito da un tenace tegumento, che induce una dormienza fisica; pertanto, prima di seminare è bene tenere i semi a bagno in acqua per qualche giorno, al fine di ledere il tegumento esterno e permettere all'embrione di uscire più agevolmente.

sementi in purezza. L'approccio seguito ha permesso inoltre di calcolare un rapporto tra prato donatore e sito ricevente in termini di superficie, pari mediamente a 3:1: ciò significa che l'inerbimento di 1 ettaro di suolo nudo richiede la raccolta di fiorume da una superficie di 3 ettari.

La semina di fiorume, eseguita con tecniche del tutto analoghe alla semina degli altri miscugli in commercio, induce un'accelerazione del processo di rinaturazione, tenuto conto che il tempo necessario per la ricostituzione spontanea di un prato semi-naturale su suolo nudo si estende per qualche decina di anni, anche quando le fonti naturali di semi siano molto vicine o laddove le specie target siano state introdotte artificialmente mediante impiego di semi in purezza.

In linea di principio, tutte le praterie naturali e seminaturali possono essere utilizzate come siti donatori di materiale di propagazione per il restauro di aree degradate. Tra i tipi di prateria presenti in Emilia-Romagna si può pensare a arrenatereti, brometi, molinieti, trieseteti e loro varianti locali.

Prati donatori di fiorume nella zona collinare e nella media e bassa montagna emiliano-romagnola potrebbero essere quindi prati da sfalcio, ormai marginali e non più utilizzati produttivamente perché di scarso interesse per l'alimentazione animale (valore pabulare), ma soprattutto per la diminuzione dell'uso del foraggio a scopo alimentare per il bestiame e per lo spopolamento di queste aree.

Questo non vale per le zone di produzione del Parmigiano-Reggiano, dove invece il valore dei prati resta elevato e l'uso più attivo. Possono essere un valido serbatoio per reperire fiorume le aree un tempo attivamente coltivate (arativi con cereali) e ormai abbandonate, anche se in genere si tratta di prati mesofili e quindi con specie abbastanza esigenti a livello di disponibilità idrica e nutrienti, condizione generalmente non disponibile nelle aree di ex cava.

Dall'analisi dei dati raccolti è emerso che la copertura delle specie arbustive è in media del 21%: in pianura si raggiungono coperture medie attorno al 30% mentre in montagna non si supera il 13%. La copertura delle specie arboree è di circa al 22%, con la percentuale maggiore



IL RUOLO DELLA COLTIVAZIONE FLORO-VIVAISTICA NEGLI INTERVENTI DI RECUPERO AMBIENTALE

In caso di recupero ambientale, a parte la formazione di prati, è sconsigliabile utilizzare unicamente semi o giovani plantule, perché tale approccio riduce notevolmente le probabilità di successo. In molti casi, ad esempio per creare bordure verdi a zone umide ricostruite, occorre passare attraverso una fase di coltivazione vivaistica del materiale da introdurre (erbacee perenni), per favorire l'accrescimento delle piante.



Coltivazione di *Iris pseudacorus* presso un'azienda floro-vivaistica specializzata nella riproduzione di piante autoctone di origine locale (Pavia)

Ai fini della riuscita dell'intervento le modalità con cui vengono coltivate le piante sono molto importanti; infatti, condizioni di coltivazione protette come l'allevamento in serra calda, eccessive concimazioni o trattamenti fitosanitari sostenuti, portano ad un indebolimento delle difese e della capacità di rispondere alle avversità climatiche e alla competizione interspecifica presenti in natura; in conseguenza di ciò anche se effettuato con l'immissione di individui subadulti, l'intervento di recupero ambientale potrebbe fallire.

Si consiglia, quindi, soprattutto quando si usano specie erbacee, bulbose o rizomatose a lento sviluppo, di passare prima attraverso una coltivazione controllata, in pieno campo o in vivaio all'aperto, che permetta di selezionare a monte gli individui più adatti al tipo di intervento che si intende effettuare. La permanenza in vivaio deve però largamente simulare le condizioni che le specie troveranno successivamente in natura: le piante andranno tenute all'esterno, andranno utilizzati terricci non concimati, con un minimo apporto di sostanze nutritive e occorrerà riprodurre dei periodi controllati di siccità durante l'estate. Tali metodi di coltivazione portano ad ottenere piante rustiche, sane ed in grado di sopportare più facilmente le condizioni ambientali post-intervento.

È inoltre fortemente sconsigliato utilizzare materiale vegetale reperibile nell'ambito del floro-vivaismo standard, poiché spesso le piante sono molto omogenee dal punto di vista genetico, se non appartenenti a cultivar create a scopo ornamentale, che potrebbero anche inquinare geneticamente le popolazioni spontanee delle entità selvatiche. Esistono vivai specializzati che propongono piante spontanee di origine locale, riprodotte a partire dal seme selvatico raccolto direttamente in natura, e assicurano il mantenimento delle popolazioni naturali attraverso l'applicazione di un approccio scientifico alla coltivazione (studio approfondito dell'ecologia, della fenologia e della diversità genetica delle popolazioni).

Un ulteriore ed importante aspetto della coltivazione in vivaio è quello di ridurre l'impatto sulle popolazioni naturali per quanto riguarda l'approvvigionamento del materiale vegetale da utilizzare. Infatti, in molti casi, il prelievo diretto in natura delle piante non è sostenibile, pertanto il seme deve essere la base di partenza per la propagazione in vivaio. Tuttavia, i semi ottenuti dalla prima generazione possono essere utilizzati per aumentare il numero di piante madri fino ad un massimo di circa 5 generazioni, in quanto è inevitabile che mediante la coltivazione venga effettuata una selezione (anche involontaria), che porta ad un eccessivo impoverimento genetico e, in alcuni casi, anche ad una minore qualità delle piante.

negli ambiti di pianura. Le basse percentuali di copertura dipendono dalla necessità che hanno gli alberi di tempi lunghi per affermarsi e quindi la loro copertura resta a lungo scarsa, nonostante spesso vi sia un elevato numero di individui.

Ciò è meno vero per le specie frugali e a diffusione anche naturale, le specie pioniere come salici e pioppi, ove questi possono crescere anche spontaneamente sull'orizzonte superficiale e con bassa disponibilità idrica.



In particolare nel caso delle specie legnose, con più facilità rispetto alle erbacee perenni, si potrebbe ipotizzare la realizzazione nei pressi dei cantieri delle cave e delle aree di recupero, di "vivai volanti", della durata stessa dell'attività estrattiva. La soluzione tecnica migliore è partire da seme raccolto in natura o da selvaggioni (giovani piante espianate in natura in aree dove ciò è possibile), sfruttando la grande capacità delle piante di riprodursi anche per via vegetativa (talee, ad es. per i salici). A conclusione dell'attività di recupero il vivaio verrà smantellato o destinato ad altra produzione.

In alternativa, possono essere presi accordi anche con vivai stabili funzionanti: tramite "accordi di filiera" si può produrre ad hoc una fornitura di piantine forestali, partendo da semi raccolti a fine estate nelle zone di interesse delle cave in sistemazione.

Le piantine forestali non vanno mai impiantate direttamente nelle aree appena ripristinate a substrato, bensì possibilmente dopo anni dalla realizzazione di una prima vegetazione erbacea. Questo per evitare alti livelli di insuccesso, soprattutto nel caso di substrati molto poveri e magari usando di individui di una certa altezza. L'inserimento di alberi andrebbe accompagnato a quello di arbusti, preferibilmente in gruppi, chiazze, dopo l'insediamento del prato, costituito da specie non troppo competitive e tappezzanti (es. festuche a foglie larghe).

Il prato ha la funzione di migliorare la qualità del substrato di partenza per renderlo più adatto a specie più esigenti sul piano edafico quali le legnose. Sarebbe in ogni caso opportuno partire con specie frugali, ad esempio pino silvestre ecotipo emiliano, frassino minore, acero campestre, in ragione della fascia vegetazionale e della posizione geografica dove ci si trova ad operare.

In genere in zone di montagna col passare del tempo è più facile ottenere un buon risultato nella rivegetazione, visto il contesto tendenzialmente seminaturale in cui le cave dismesse sono inserite, e a maggior ragione se la vegetazione impiantata è tipica della fascia vegetazionale già naturalmente presente. Pertanto una buona sistemazione morfologica e idraulica, dopo un

SUGGERIMENTI

- porre maggiore attenzione all'uso di specie autoctone di provenienza locale, favorendo sementi raccolte in natura (anche mix, come il fiorume da prati spontanei o semi-spontanei circostanti) oppure derivanti da specie autoctone coltivate in vivaio;
- porre maggiore attenzione alla dinamica vegetazionale, con la previsione e realizzazione di interventi di manutenzione, anche straordinaria, nel medio e lungo termine dopo il primo intervento di recupero (5-10 anni);
- effettuare la cura delle piante messe a dimora e in genere la manutenzione post-intervento. Un aspetto particolare è quello della difesa di alberi e arbusti dall'attività di lepri e ungulati, con la necessità di proteggere i singoli individui mediante shelter, solitamente in plastica.
- Intervenire con diradamenti e tagli di impianti di legnose ove necessario (sesti di impianto fitti, per evitare l'ingresso di esotiche) anche dopo 8-10 anni dall'impianto.
- Intervenire con decespugliamento attorno agli alberi, dopo 4-5 anni dall'impianto, nel caso di sviluppo eccessivo di liane, come la vitalba e/o l'edera.
- porre maggiore attenzione nella ricostruzione della vegetazione di bacini e zone umide:
 - curare la morfologia delle sponde di abbandono: non devono essere troppo inclinate, non troppo lineari e geometriche, ma con un andamento sinuoso;
 - la profondità dei bacini in prossimità delle sponde non deve essere superiore a qualche metro e degradare verso il centro del bacino;
 - realizzare impianti con specie idonee al sito, anche in relazione alle dinamiche del livello idrico;
 - impiantare una vegetazione a idrofite su isole galleggianti artificiali ancorate;
 - curare l'impianto di specie e vegetazione palustre ad ampia diffusione (es. canneto, cariceto e tifeto), di specifico interesse per la nidificazione dell'avifauna;
 - inserire nell'impianto vegetazionale specie ad ampia diffusione, valutando anche l'ipotesi di utilizzare, magari dopo 4-5 anni dall'inizio degli interventi, specie palustri ed acquatiche rare e minacciate (*Marsilea quadrifolia*, *Aldrovanda vesiculosa*, *Stratiotes aloides*, ecc), in bacini di ex cava isolati dal contesto agricolo circostante e con acque di elevata qualità.

primo intervento di piantumazione erbacea o al più arbustiva, è spesso sufficiente per reinserire la cava nel contesto paesaggistico. Certamente bisogna anche aver presente che certi stadi della dinamica vegetazionale sono abbastanza durevoli (es. cespuglieti a ginestra), e di conseguenza la vegetazione fatica ad evolvere a stadi successivi, ad esempio verso il bosco di latifoglie termofile o mesotermofile, infatti le specie forestali in genere, sono più esigenti di quelle arbustive ed erbacee (Adorni, 2016).

In tal senso una manutenzione a lungo termine, con locali decespugliamenti e tagli (aperture o in gergo "buche"), da realizzarsi nella vegetazione cespugliosa densa, può aiutare molto nella ripresa definitiva della vegetazione naturale potenziale, favorendo la formazione di un bosco o di un arbusteto boscato, dove si potranno mettere a dimora, dopo 8-10 anni, individui giovani di alberi.

Dall'analisi dei dati raccolti sulle cave ripristinate si evidenzia l'uso di conifere e latifoglie esotiche legnose (ontano napoletano, pino d'Austria ecc.), a svantaggio di pini e specie affini, come ad esempio il pino silvestre, che è una specie spontanea nella media e bassa montagna del reggiano-modenese.

In merito si ricorda che il Servizio aree protette, foreste e sviluppo della montagna della Regione Emilia-Romagna ha elaborato liste di specie

esotiche da non utilizzare per interventi in ambito regionale. Si veda a tal proposito l'appendice alla presente pubblicazione.

Complessivamente si può concludere che la progettazione ha:

- parzialmente risolto la rivegetazione dei siti, meglio in pianura e con specie erbacee o arbustive;
- parzialmente risolto la ricostruzione di una copertura naturaliforme, anche se spesso sono state utilizzate specie esotiche comunque con un'occorrenza inferiore rispetto al passato per cui il problema sembra decisamente meno pressante, ciò anche in relazione al Regolamento EU n. 1143 del 2014;
- parzialmente risolto il problema dell'origine delle sementi utilizzate; anche se sussistono casi dove la loro provenienza è di tipo varietale colturale e non derivano da semi di popolazioni spontanee. Si auspica che trovi applicazione la normativa dell'EU in merito all'uso di semi di praterie della rete Natura 2000, con specifico riferimento alla Dir. 92/43 CEE.

ASPETTI PROGETTUALI

Impianto di vegetazione nelle zone di bacino idrico e spondale

Le sponde dei bacini idrici di ex cava sono in genere aree prive di vegetazione per lungo tempo a causa dell'oscillazione del battente idrico (anche 5-10 metri nei casi estremi), della profondità dei bacini stessi (anche -10 metri), nonché della morfologia spondale, spesso troppo ripida.

Come già riportato nella pubblicazione dedicata alle "Linee guida per il recupero ambientale dei siti interessati dalle attività estrattive in ambito golendale di Po nel tratto che interessa le Province di Piacenza, Parma e Reggio Emilia" (Regione Emilia-Romagna, 2009), i fronti di scavo e le scarpate finali dei bacini, delle zone umide, delle isole e dei canali non dovrebbero mai presentare inclinazioni superiori a 20 gradi, in quanto pendenze superiori non risultano stabili nel lungo periodo.



Figura 12 Copertina delle linee guida per il recupero ambientale in aree di golena



APPROFONDIMENTI

LE ISOLE GALLEGGIANTI PER IL RECUPERO AMBIENTALE DEI BACINI DI CAVA



Isola galleggiante statunitense presso l'Orto Botanico di Pavia: particolari del substrato e delle radici (nel cerchio rosso) che si sviluppano al di sotto dell'isola (Foto di Claudio Ballerini)

Un punto critico nella sistemazione a fini naturalistici dei bacini di cava riguarda il loro impianto con specie acquatiche e palustri. La forte variazione del livello dell'acqua entro il bacino può infatti generare notevoli difficoltà di insediamento e può causare stress alla vegetazione radicata nei sedimenti. Per ovviare a tale problema possono essere utilizzate isole galleggianti che, una volta ancorate sul fondo del bacino di cava oppure alle rive, si adattano naturalmente alle variazioni del battente idrico. Inoltre queste strutture flottanti non richiedono manutenzione ed hanno elevata durabilità. Oltre a migliorare la componente paesaggistica del bacino di cava, consentono di creare superfici utili per l'ancoraggio della ve-

getazione acquatica e creano ombra e rifugio per molte specie animali, come pesci, anfibi, uccelli acquatici, ma anche insetti e microrganismi.

I sistemi galleggianti possono essere di svariate tipologie e materiali; le migliori isole galleggianti, tuttavia, sulla base di esperienza maturate in oltre un decennio di prove, sono costituite da una matrice in plastica riciclata multistrato e porosa, che consente non solo il galleggiamento, ma anche il perfetto innesto della vegetazione, le cui radici si ancorano al substrato. Questo sistema riproduce così una zona umida naturale, su cui le piante crescono idroponicamente attraverso la matrice utilizzando i nutrienti presenti nell'acqua. In particolare, dal momento che la massa radicale della vegetazione rimane costantemente a contatto con l'acqua, essa non viene influenzata negativamente dalle fluttuazioni del livello batimetrico. La parte emergente delle piante (fusti e foglie) resta sopra il livello dell'acqua, mentre le loro radici crescono verso il basso attraverso la struttura galleggiante e nella colonna d'acqua. Sotto l'isola galleggiante si forma così una rete di radici e rizomi con la relativa componente micro-organica, che fornisce una superficie attiva per i processi biochimici e fisici (filtraggio e intrappolamento), favorendo per altro l'innescò di un naturale sistema di fitodepurazione dell'acqua.

Altra utile caratteristica di questi sistemi è l'adattabilità alle diverse condizioni: le isole possono essere costruite su misura e di qualsiasi forma e dimensione, a moduli variamente composti; infine, la galleggiabilità può essere regolata per supportare pesi differenti e i fori entro cui posizionare le specie vegetali hanno diametro variabile. Con questa tecnica sono state realizzate con successo anche prove colturali sperimentali di piante rare e minacciate in pianura e in tutta Italia, come la felce acquatica *Marsilea quadrifolia*, che radica nell'isola e presenta fusti e foglie galleggianti (Roccabianca, Parma).

Al fine di favorire l'ossigenazione della massa d'acqua si deve inoltre privilegiare lo sviluppo delle zone di basso fondale, che sono favorevoli alla crescita di vegetazione sommersa. Nel suo complesso, la fascia spondale ha una notevole valenza per la colonizzazione da parte di flora e

fauna diversificate e tipiche dell'ambiente marginale lacustre.

La frammentazione della geometria lacustre può essere ottenuta dal modellamento del basso fondale e attraverso la costruzione di isole; la presenza di isole e penisole aumenta la sca-

brezza e quindi la possibilità di insediamento di organismi biologici.

Inoltre l'irregolarità delle sponde e la sagomatura delle isole e dei canali può essere ottenuta anche mediante operazioni di rinterro.

Per le zone con forte escursione del livello idrico è consigliabile l'uso di isole galleggianti per insediare con relativa facilità vegetazione acquatica e palustre, in una sorta di coltura idroponica; le piante in questo modo, proprio perché pescano direttamente in acqua con le radici, traendo da lì il loro nutrimento, fungono da filtro e depurano l'acqua, estraendo l'azoto e il nitrato disciolti in essa.

In commercio esistono vari modelli di isole. Il modello più utilizzato ha un'anima in tubolari metallici, mentre il corpo è costituito da plastica riciclata in fibre intrecciate per facilitare la penetrazione delle radici; il loro utilizzo anche per la nidificazione degli uccelli è già stato ampiamente testato con successo.

Recuperi ambientali su orizzonti superficiali particolari

Come ben noto le caratteristiche dell'orizzonte superficiale (granulometria, pH, tipo di nutrienti disponibili, sostanze fitotossiche, salinità, ecc.) influenzano notevolmente lo sviluppo delle piante che possono essere ospitate.

In Emilia-Romagna esistono circa 4000 specie di piante autoctone e quindi vi è un'ampia possibilità di utilizzo di piante locali nel recupero, inserendo le piante giuste nel sito giusto.

Alcune difficoltà nella rivegetazione si possono riscontrare su substrati di marna e gesso, soprattutto nel caso in cui le superfici siano inclinate e l'orizzonte superficiale poco friabile o con scarsa quantità di suolo di riporto. In questi casi si verificano situazioni di forte difficoltà nell'attecchimento delle specie vegetali, ma soprattutto nell'affrancamento e crescita delle specie legnose. In tali situazioni, ove giustificabile sul piano fitogeografico (es. Emilia centrale), è sicuramente utile utilizzare entità frugali e di provenienza locale, come *Pinus sylvestris*, oppure *Fraxinus ornus*. Quest'ultimo ha mostrato forti capacità di colonizzazione anche in situazioni

molto difficili sul piano dell'orizzonte superficiale. Tra gli arbusti, su tali suoli tendenzialmente neutro-basici, ha sempre un'ottima resistenza *Spartium junceum*, ovvero la *Ginestra odorosa*.

Recuperi ambientali e contenimento delle spese di impianto e manutenzione

Già a partire dal 2008 una forte crisi economica ha messo in difficoltà molte aziende legate all'edilizia e alla costruzione delle infrastrutture; conseguentemente tra le attività più colpite dalla crisi ci sono anche quelle relative all'estrazione di materiali lapidei ed inerti. Questo potrebbe essere visto dal punto di vista della conservazione della natura e del consumo di suolo come un fatto positivo, che può portare ad una chiusura definitiva di molti siti estrattivi e quindi ad una spontanea rinaturalizzazione delle "ferite" inflitte al territorio dall'attività estrattiva. Del resto si può evidenziare come alcune cave che si sono rinaturalizzate spontaneamente, abbiano acquisito la capacità di ospitare specie vegetali ed animali rare e peculiari pressoché scomparse negli ambienti "naturali" circostanti. Ciò premesso, questo è avvenuto soprattutto in situazioni di clima non estremo, con presenza di acqua, suolo e germoplasma animale e vegetale nel suolo o in vicinanza (es. semi, propaguli vegetativi, organismi animali con buona capacità di movimento e colonizzazione) e, in genere, comunque in tempi lunghi (20-30 anni).

Le cave, come ambiti aperti, resi liberi dagli altri organismi, sono ottimi luoghi di conquista e colonizzazione; non è detto però che ciò avvenga in tempi rapidi, e a carico delle specie più rare e significative. Anzi, nella maggior parte dei casi, quest'attività di colonizzazione viene operata dalle specie più frugali, generaliste e ubiquitarie, spesso esotiche e invasive che possono creare problemi soprattutto in ambiti vicino alle periferie delle città, alle strade e ai campi coltivati. Un esempio tipico è quello delle aree di cava poste lungo gli assi fluviali, come nel caso del Fiume Po, dove si è insediata l'Asteracea *Artemisia verlotorium*, pianta esotica invasiva. Del resto oltre il 15% della flora in Emilia-Romagna risulta essere esotica.



APPROFONDIMENTI

ATTENTI ALLA FLORA ESOTICA INVASIVA!



Le specie esotiche, altrimenti dette alloctone, aliene o anche xenofite, sono entità estranee al territorio considerato, originarie di altri territori e giunte da noi in seguito all'attività volontaria o involontaria dell'uomo, a partire dalla nascita e diffusione dell'agricoltura nel Neolitico.

Queste entità si possono classificare in base al periodo di introduzione in archeofite (specie vegetali insediatesi in una certa zona dell'Europa in epoca remota, precedente la scoperta dell'America), neofite (specie vegetali insediatesi in Europa dopo la scoperta dell'America, in grado di riprodursi in condizioni naturali) e amaurogene (specie esotiche dubbie). Oppure possono essere classificate in base al loro grado di invasività in esotiche casuali (entità esotiche presenti allo stato spontaneo, ma che non formano popolamenti stabili e dipendono dal continuo apporto di nuovi propaguli come semi, bulbi, frammenti di fusto ecc. per la loro persistenza), esotiche naturalizzate (entità esotiche presenti allo stato spontaneo che formano popolamenti stabili, indipendenti dall'apporto, volontario o accidentale, di nuovi propaguli da parte dell'uomo) ed esotiche invasive (specie esotiche naturalizzate che si riproducono e diffondono rapidamente e in modo massiccio, a scapito di altre specie caratteristiche di un ambiente naturale, minacciando l'economia delle colture agrarie, la salute dell'uomo e la biodiversità) (Pyšek et al. 2004).

In Italia vivono circa 7.700 specie di piante vascolari (Conti et al., 2005), ma di queste 1023 sono esotiche (pari al 13,4% della flora italiana!); tra di esse ben 920 specie sono neofite. Le Regioni più colpite sono la Lombardia (17% della flora regionale), l'Emilia-Romagna e il Veneto (12%) (Celesti-Grapow et al., 2010), cioè in pratica l'area pianiziale del Fiume Po, ad alta presenza ed attività umane.

Per poter facilitare l'individuazione delle specie esotiche sono spesso redatte Liste Nere che individuano sul territorio le specie invasive particolarmente dannose per la salute e la conservazione della flora spontanea. La presenza di piante esotiche è legata alle attività e alle esigenze dell'uomo e possono essere introdotte in un ambiente secondo svariate modalità: coltivazione a scopo agricolo o ornamentale; sementi e foraggio; merci di importazione; mezzi di trasporto (treni, autovetture, navi, ecc.); mangimi per uccelli.

Queste specie, soprattutto le esotiche invasive, sono potenzialmente pericolose perché possono generare svariati problemi socio-economici (alle coltivazioni, ma anche a manufatti e monumenti), sanitari (specie allergeniche, come ad es. *Ambrosia artemisiifolia*) e biologici (competitività con specie spontanee native del territorio, modifiche alle comunità vegetali e quindi anche al paesaggio).

Nelle rivegetazioni di aree quali ex cave deve quindi essere tassativamente evitato l'uso di entità esotiche, in particolare di quelle invasive. A volte, però, per non favorirle, evitare l'uso diretto con semine e trapianti non è sufficiente; infatti un substrato lasciato nudo e disturbato (movimenti terra, passaggio continuo di mezzi, ecc), soprattutto se si trova in area di pianura, vicino ad infrastrutture viarie e abitati umani, è l'habitat ideale per l'insediamento spontaneo di specie esotiche invasive, che spesso sono anche buone colonizzatrici. Lungo il fiume Po e gli altri fiumi padani tale problema è ulteriormente accentuato, in quanto lungo gli assi fluviali si concentrano e si diffondono grandi quantità di esotiche. Pertanto l'indicazione è quella di sistemare le superfici di ex cava dal punto di vista morfologico ed idraulico, ma anche, almeno nelle aree fortemente antropizzate, dal punto di vista naturalistico, evitando di lasciarle nude e provvedendo al più presto ad inerbirle, creare una copertura erbacea continua, proprio per sottrarre spazio fisico ed ecologico alle esotiche invasive.



Figura 13 La leguminosa *Melilotus albus*

L'abbandono delle cave può determinare una banalizzazione floristica e del popolamento animale e quindi, vista l'importanza della conservazione della biodiversità e del contenimento delle specie esotiche, è indispensabile un corretto intervento di recupero delle cave.

Si possono però limitare gli interventi e quindi i costi del recupero, favorendo quello di tipo naturalistico, in genere più conveniente sul piano economico, intervenendo il meno possibile, utilizzando materiali "verdi" e tecniche di impianto "povere", come ad esempio semine di erbacee (fiorume) e l'impianto di legnose rustiche e di bassa taglia (basso costo di acquisto e necessità di cure minori rispetto a individui di media o grande taglia, ma che per loro caratteristiche soffrono maggiormente della così detta "crisi del trapianto").

Costi ben maggiori hanno i recuperi a fini sportivi, ludici o a verde pubblico e attrezzato.

Non si può tuttavia sperare che la natura possa fare tutto da sé soprattutto in tempi brevi. Pertanto si possono ridurre gli interventi all'essenziale, ma non si può lasciare a sé stesse situazioni pericolose e di difficile ricolonizzazione da parte di flora e fauna autoctoni.

In zone ad alta influenza antropica, in particola-

re in pianura, è preferibile limitare l'espansione delle esotiche, invasive, procedendo, più che all'abbandono dei terreni, a "coperture verdi" d'emergenza grazie a semine di erbacee: si può utilizzare, ad esempio, orzo o segale, molto frugali, o favorire anche con semine entità colonizzatrici ed eventualmente miglioratrici del terreno, come molte leguminose "povere" (es. *Melilotus albus* (Fig. 13), o *M. officinalis*). Inoltre è opportuno evidenziare che le esotiche invasive difficilmente penetrano le coperture erbacee dense, chiuse e compatte.

Questo tentativo di contrastare le esotiche deve avvenire anche nel rispetto delle recenti normative comunitarie emanate in tal senso (Dir. 2010/60 EU recepita con D. Lgs. N. 148/2012).

Solo in zone di alta collina e di montagna, dove l'influenza delle esotiche in genere è minore ed esiste ancora un "tessuto verde unitario" costituito da boschi (più o meno continui) si può dare meno importanza a questi temi e "lasciar fare maggiormente alla natura". Infatti, va ricordato che la vegetazione per lo più non è statica, ma in evoluzione e pertanto gli stadi pionieri saranno comunque sostituiti da altri più maturi e, in genere, più autoctoni.

Un discorso a parte va fatto per *Robinia pseudo-acacia*, che tende negli ultimi decenni a risalire anche lungo le zone montane e collinari, trovando via di penetrazione lungo le strade e che pertanto non dovrebbe mai essere utilizzata per gli impianti arborei.

Considerazioni conclusive sul recupero ambientale con riferimento alla vegetazione

Mentre possiamo ritenere sicuramente cresciuta la qualità media dei progetti di recupero dal 2003 in poi, non altrettanto si può dire per la qualità del "materiale verde" utilizzato nei recuperi ambientali, soprattutto per quanto concerne le specie erbacee.

Queste, infatti, sono essenziali per creare rapidamente una copertura del suolo atta ad impedire l'erosione superficiale e l'invasione delle piante esotiche. I tecnici tendono a rivolgersi al mercato delle sementi di tipo strettamente



agronomico (per altro in genere specie esigenti, poco adatte ai recuperi in fase iniziale). Sostanzialmente il materiale proviene dall'estero ed è utilizzato senza nessuna attenzione al luogo di destinazione (anche se sono specie presenti anche in Regione, allo stato spontaneo). Maggiore attenzione va quindi posta a questi problemi rispetto a quanto fatto nel passato, sia in ambito pubblico che privato.

APPENDICE I - QUALITÀ DELLE ACQUE



Qualità delle acque

RISULTATI DELLE ANALISI DEI SITI PRESI IN ESAME

Nell'ambito delle ricerche svolte per la realizzazione di questa pubblicazione sono stati raccolti e analizzati 20 campioni d'acqua provenienti da 8 cave in 7 province dell'Emilia-Romagna. In tutti i bacini di cava ad eccezione di uno (per motivi di difficoltà nell'accesso) sono stati prelevati campioni in due tempi allo scopo di valutare eventuali cambiamenti temporali nel chimismo delle acque, soprattutto in relazione alla presenza/assenza di piante vascolari.

I campioni d'acqua sono stati prelevati ad una profondità di 10 cm dalla superficie, avendo cura di rimuovere il sedimento in sospensione ed eventuali residui di vegetazione flottante.

I campioni quindi sono stati immediatamente congelati al fine di evitare variazioni nei parametri chimico-fisici ad opera della componente biotica. Il pH è stato misurato in campo, ove possibile, al momento del prelievo e successivamente in laboratorio mediante pH metro Phenomenal®, VWR International.



Figura 14 Recupero a bacino per la ricarica naturale della falda acquifera (Rimini)

In laboratorio sono stati analizzati i seguenti parametri:

- Nitrati (NO_3^-) espresso come mg/l di NO₃-N
- Nitriti (NO_2^-) espresso come mg/l di NO₂-N
- Ammoniaca (NH_4^+) espresso come mg/l di NH₄-N
- Fosforo totale, espresso come mg/l di PO₄-P

L'analisi è stata effettuata con metodo fotometrico mediante test in cuvetta per Fotometro Spectroquant 60Merck®.

RISULTATI

I risultati dei vari parametri analizzati in ciascuna cava sono riportati nella tabella 2. L'analisi sui nutrienti rivela una scarsa differenza tra i diversi periodi di campionamento ad eccezione di una cava parmense dove si sono riscontrate le maggiori differenze stagionali nelle concentrazioni di fosforo. Per quanto riguarda il pH, vi sono delle variazioni tra i valori riscontrati in campo e quelli osservati in laboratorio e anche a seconda della stagione di campionamento. Tuttavia, tali variazioni sono assolutamente normali e poco indicative, in quanto tale parametro fisico risulta spesso estremamente variabile, dipendendo per sua natura da molti altri fattori.

ANALISI CRITICA DEI RISULTATI

I risultati dell'analisi della qualità delle acque in 8 bacini di cava oggetto di recupero ambientale riportati in tabella 1, evidenziano in generale un basso contenuto in nutrienti. In particolare i nitrati sono risultati sempre inferiori a 1 mg/l, limite inferiore di misura del fotometro, strumento utilizzato. Si consideri che i limiti di legge impongono concentrazioni di nitrati non superiori ai 50 mg/l (D.lgs.31/01) per le acque potabili. Allo stesso modo i nitriti risultano particolarmente bassi, talvolta al di sotto dei 0.01 mg/l (limite di misura dello strumento). Anche i livelli di azoto ammoniacale sono decisamente bassi, essendo



LOCALITÀ	PROV	DATA	FOSFORO TOTALE mg/l di PO ₄ -P	AMMONIACA (NH ₄) mg/l di NH ₄ -N	NITRATI (NO ₃) mg/l di NO ₃ -N	NITRITI (NO ₂) ₂ mg/l di NO ₂ -N	pH
S. Arcangelo	RN	03/04/2014	3	5	<1.0	<0.010	898
S. Arcangelo	RN	15/09/2014	7	6	<1.0	<0.010	817
Mezzani 1	PR	16/09/2014	57	57	<1.0	6	774
Mezzani 2	PR	16/09/2014	23	56	<1.0	5	795
Mezzani 1	PR	15/04/2014	4	10	<1.0	3	888
Mezzani 2	PR	15/04/2014	61	160	<1.0	<0.010	846
Ravenna	RA	26/03/2014	1	2	<1.0	<0.010	827
Ravenna	RA	16/09/2014	1	0	<1.0	<0.010	850
Vigarano Mainarda	FE	26/03/2015	2	0	<1.0	<0.010	855
Vigarano Mainarda	FE	26/03/2015	3	9	<1.0	<0.010	884
Vigarano Mainarda	FE	04/10/2014	2	2	<1.0	<0.010	748
Vigarano Mainarda	FE	04/10/2014	2	4	<1.0	<0.010	831
Gossolengo	PC	16/09/2014	4	7	<1.0	<0.010	893
Gossolengo	PC	09/05/2015	4	8	<1.0	<0.010	753
Correggio	RE	02/11/2014	19	37	<1.0	<0.010	877
Correggio	RE	21/11/2014	14	43	<1.0	<0.010	838
Bazzano	BO	31/10/2014	8	3	<1.0	<0.010	827
Bazzano	BO	24/11/2014	7	9	<1.0	<0.010	827
Bazzano	BO	31/10/2014	7	3	<1.0	<0.010	847
Bazzano	BO	24/11/2014	8	5	<1.0	<0.010	867
Rimini	RN	03/04/2014	1	4	<1.0	<0.010	851

Tabella 2 Parametri analizzati nelle cave oggetto dell'analisi

questo composto presente in tracce. Infatti, la concentrazione media di questo composto è risultata di 0.20 mg/l contro un limite di legge per l'acqua potabile di 0.5 mg/l. La generale bassa concentrazione delle sostanze azotate, in molti casi al di sotto della rilevabilità strumentale, è compatibile con bacini ben isolati e non contaminati da apporti azotati esterni, ad esempio dovuti all'utilizzo di fertilizzanti nei campi limi-

trofi. Gli unici picchi degni di nota sono i valori di NH₄⁺ di 1.60 mg/l rilevato per una cava nel parmense nella primavera del 2014 e di 0.43 mg/l per una cava della bassa reggiana. Un aumento nella concentrazione di ammoniaca, se accompagnato da un incremento della carica microbica, è solitamente indice di inquinamento di tipo organico. Nel caso specifico, non è possibile risalire alle cause del picco rilevato, che potreb-



Figura 15 *Stratiotes aloides*

be essere stato provocato, ad esempio, da una concimazione con sostanza organica nei campi adiacenti il bacino. Nelle due suddette cave si registra anche la concentrazione massima di fosforo totale rilevata di 0.57 e 0.19, rispettivamente. Tali valori, pur non eccessivamente elevati, supportano l'ipotesi di apporti di nutrienti dal piano di campagna adiacente. In conclusione, la qualità delle acque analizzate,

sulla base delle succitate osservazioni e sulla base di un pH elevato (media 8.3), è da considerarsi molto buona ad eccezione di sole due cave di pianura, dove si evidenziano blandi sintomi di eutrofizzazione. Tuttavia, anche in queste cave la qualità delle acque non può considerarsi scarsa, anche in considerazione di un confronto con altre acque analizzate in precedenza.

Analisi chimiche delle acque superficiali effettuate per scopi di ricerca scientifica nel 2013 presso Campotto (Ferrara), all'interno del Parco Regionale del Delta del Po, hanno evidenziato tenori medi di 7.77 mg/l di fosforo, 5.37 mg/l di nitrati e 0.39 mg/l di ammoniaca (simili concentrazioni sono state trovate anche nel vicino mantovano), valori estremamente alti se paragonati a quelli rilevati nelle cave in questione. Va sottolineato come nelle zone umide di Campotto precedentemente menzionate fosse presente storicamente la macrofita acquatica di interesse conservazionistico *Stratiotes aloides* L. (Orsenigo et al., 2012), oggi considerata estinta in natura in Italia proprio a causa dell'eutrofizzazione delle acque superficiali (Abeli et al., 2014). La qualità delle acque nelle cave analizzate potrebbe essere compatibile con la presenza di questa specie, nonché di *Marsilea quadrifolia* L., altra macrofita interessante, previa valutazione di altre caratteristiche quali la profondità e conformazione dei bacini, la trasparenza dell'acqua e la presenza di specie alloctone invasive sia animali che vegetali.

APPENDICE II - CRITERI PER IL CALCOLO DELLE FIDEIUSSIONI



Criteri per il calcolo delle fidejussioni

Prima di entrare nel dettaglio dei criteri per il calcolo delle fidejussioni, è opportuno formulare due considerazioni.

La prima riguarda la definizione degli importi, perché esistono diversi prezzari, da quelli delle Camere di Commercio, a quelli regionali per le Opere Pubbliche passando per quelli predisposti dallo Stato. In questa "selva" di prezzari, si è ritenuto di fare riferimento a due in particolare, in quanto più dettagliati per le tipologie di lavoro necessarie in sede di recupero:

- Elenco regionale dei prezzi per lavori di difesa del suolo, della costa e bonifica (STR);
- Elenco prezzi per opere forestali di iniziativa pubblica (OF).

Entrambi sono pubblicati e periodicamente aggiornati dalla Giunta Regionale.

La seconda considerazione è una conseguenza della prima: quando si fanno i calcoli degli importi fidejussori, questi sono generalmente conteggiati in economia, come se i lavori venissero fatti esclusivamente dall'esercente. Può accadere però che questi, per vari motivi, non possa adempiervi ed in questo caso l'onere dei lavori passi al Comune di riferimento, che quindi deve procedere ad una gara d'appalto per assegnare i lavori da eseguire.

Da tutto questo ne consegue che l'importo dei lavori di recupero deve essere computato valutando anche questa possibilità che, in tempo di crisi, ricorre purtroppo con allarmante frequenza. Ad esempio il costo di un autocarro in proprietà per l'esercente della cava può avere un certo valore ma in sede di computo dei lavori di recupero non dovrà essere considerato quel valore, bensì quello desunto da un prezzario ufficiale, che, senz'ombra di dubbio, sarà più elevato. Questo comporterà un impegno finanziario più oneroso per l'esercente ma decisamente più garantista per il Comune.

La vigente legge regionale L.R. 17/91 e s.m.i., all'art. 12, punto e) del comma 1, stabilisce che nella Convenzione di ciascuna attività estrattiva

sia prevista *"la costituzione di congrue garanzie finanziarie per l'adempimento degli obblighi derivanti dalla Convenzione medesima"*.

L'art. 10 della "Convenzione-tipo per attività estrattiva" che costituisce l'allegato A della Deliberazione di Giunta Regionale n° 70 del 21/01/92 avente per oggetto: "Art. 12 legge regionale 18 luglio 1991 n° 17. Schema di convenzione tipo per l'esercizio di attività estrattive. Determinazione delle tariffe da pagarsi da parte delle ditte esercenti l'attività di cava stabilisce che *"l'ammontare della garanzia è stabilito in misura corrispondente al 100% della spesa presunta per l'adempimento degli obblighi derivanti dalla convenzione, come rilevato dal computo metrico - estimativo allegato agli atti di progetto"* e che il valore di tale garanzia *"[...] è aggiornato ogni anno nella misura pari al 100% della variazione, accertata dall'ISTAT, dell'indice generale del costo di costruzione di un fabbricato residenziale verificatasi nell'anno precedente"*.

Le garanzie finanziarie in questione, prestate per assicurare la corretta e completa esecuzione dei piani di coltivazione e sistemazione, in particolare per quanto attiene alle fasi di sistemazione costituiscono quindi un elemento fondamentale della convenzione.

Ogni attività estrattiva rappresenta, di fatto, un caso a sé, con costi d'intervento e sistemazione che devono essere precisamente computati caso per caso in un'apposita parte degli atti progettuali: il computo metrico-estimativo.

Definire una metodologia di compilazione del computo metrico-estimativo risulta necessaria per fornire una base di calcolo omogenea e comune a livello regionale sia per i professionisti chiamati a redigere il progetto di sistemazione ed il relativo computo sia per i tecnici istruttori degli enti pubblici competenti per l'approvazione dei progetti stessi: ciò è possibile soltanto utilizzando degli elenchi prezzi ufficiali per interventi pertinenti, periodicamente aggiornati ed accessibili a tutti.



Se il progetto di sistemazione svolge la funzione di definire tecnicamente in modo preciso e completo gli interventi, il computo metrico-estimativo deve riportare ogni singolo intervento di sistemazione come voce di costo (con un prezzo unitario ed una grandezza cui applicarlo) riferita ai prezzi di tali elenchi.

A puro titolo esemplificativo e non esaustivo si riportano alcuni lavori da eseguirsi per il recupero e la corrispondente voce dei prezziari di riferimento (vedi tabella sottostante).

È opportuno far rilevare che nella comparazione tra i due elenchi in relazione ad uno stesso lavoro, le descrizioni oltre a risultare diverse (dovranno essere ricercate le descrizioni più attinenti) possono risultare diverse anche nel valore economico: in tal caso si consiglia di assumere



Figura 16 Recupero morfologico-ambientale (Pavullo nel Frignano, MO)

ESEMPI LAVORI	VOCI PREZZIARIO S.T.R.	VOCI PREZZIARIO O.F.
ritombamento e/o rinfiacco e/o rimodellamento delle geometrie di scavo con sterili di cava ed il ridistendimento del suolo pedogenizzato di cava	12.20.015 a Tombamenti e risagomature golenali nonché imbancamenti	
ritombamento e/o rinfiacco e/o rimodellamento delle geometrie di scavo con sterili di cava ed il ridistendimento con sterili di provenienza esterna	12.20.015.b 12.20.015.c 12.20.015.d in funzione della distanza	
acquisto, trasporto e posa in opera degli individui arborei ed arbustivi costituenti parte del reimpianto vegetazionale	51.15.005 Fornitura e messa a dimora di piantine di specie arbustive ed arboree di età non superiore a 2 anni	3.290 Acquisto piante C19 Collocamento pianta a radice nuda C20 Collocazione pianta in vaso
	51.15.006 Sovrapprezzo per la fornitura e posa in opera di tubi shelter	3.320 Tubo protettivo
interventi di inerbimento	51.05.005 Semina di superfici o di sponde arginali	U223 Inerbimento senza preparazione U224 Inerbimento con preparazione
	42.05 Biostuoie: per le superfici più acclivi individuare il caso più attinente	U219 Posa in opera fibra naturale juta U220 Posa in opera stuoia naturale
	51.05.015 Idrosemina con coltre protettiva organica	C225 Inerbimento con idrosemina
realizzazione della rete di regimazione idraulica definitiva	12.10.015 Formazione di prescavo a sezione obbligata - per fossetti fino 0.5 mq di sezione	Q141 Apertura fosso di scolo a mano Q143 Apertura fosso di scolo meccanica
	12.10.35 Scavo a sezione obbligata per canalizzazioni o fossi a cielo aperto - per sezioni superiori	C 145 Scavo a sezione obbligata a mano C 146 Scavo a sezione obbligata a macchina
cure colturali (ammendamento, irrigazione, ecc.) e la sostituzione di eventuali fallanze dell'impianto vegetazionale	può essere calcolata come una congrua percentuale delle voci richiamate per l'impianto iniziale	

come valore di riferimento quello più alto, in quanto offre maggiori garanzie al Comune. L'attuale sistema pianificatorio (PIAE-PAE) è tale per cui per ogni previsione estrattiva è già individuata, a livello di PAE, la tipologia del suo recupero: si può quindi sostenere che l'escavazione avviene in funzione di ciò che si intende realizzare nel sito estrattivo a fine coltivazione. È evidente che, in ragione della grande attenzione ambientale che anima la società, si creano delle aspettative non solo nell'amministrazione, che ha fatto la scelta del tipo di recupero, ma anche e soprattutto nella cittadinanza.

Logica conseguenza è che gli obblighi contenuti nell'autorizzazione convenzionata del Piano di coltivazione e sistemazione debbano essere garantiti in modo tale che, se l'esercente dell'attività (ed il proprietario dei terreni, che con lui è responsabile in solido) non dovesse adempiervi in tutto o anche in parte, il Comune possa escutere tutta la fideiussione ovvero una precisa parte della cifra garantita in relazione alle eventuali sistemazioni già effettuate dall'esercente, e realizzare autonomamente, attraverso una gara d'appalto, quanto previsto dagli atti progettuali. A questo proposito pare opportuno ripetere che l'utilizzo di un prezzo per opere pubbliche porterà molto probabilmente l'esercente a garantire una cifra superiore a ciò che effettivamente può aspettarsi di spendere per la realizzazione delle opere di progetto, in particolare per quanto attiene i movimenti terra "in economia" con i propri mezzi d'opera, cosa della quale non potrebbe però usufruire l'ente pubblico se intervenisse in via sostitutiva attraverso una gara d'appalto, che si baserebbe, giocoforza, sui prezzi di mercato così come formalizzati da elenchi prezzi ufficiali.

Preme inoltre far rilevare che ciò comporta anche l'applicazione, alla somma finale del computo metrico-estimativo, dell'I.V.A. all'aliquota corrente all'atto della stipula della convenzione dato che il Comune, nella gara d'appalto, dovrebbe effettuare il pagamento all'appaltatore.

Nel caso di variazioni dell'aliquota impositiva, poi, l'importo garantito andrebbe conseguentemente adeguato alla prima occasione, per



Figura 17 Cava ripristinata a parco pubblico (Poggio Berni, RN)

esempio in occasione di varianti progettuali o di riduzioni parziali per i lavori eseguiti.

È anche il caso di sottolineare come l'adeguamento annuale delle fideiussioni, richiesto dalla convenzione-tipo, sia non solo obbligatorio, ma risulti essenziale per la tutela del Comune, che potrebbe trovarsi a doversi sostituire all'esercente diversi anni dopo la stipula della fideiussione originaria, e l'importo relativo potrebbe non essere più sufficiente a coprire i nuovi costi d'intervento.

A tal proposito, è opportuno che il Comune faccia richiesta all'esercente di far inserire dall'istituto fideiussore, nell'atto di garanzia, una clausola di adeguamento automatico all'indice ISTAT sopra citato, per semplificare le procedure ed evitare errori d'omissione da entrambe le parti.

Peraltro risulterà equo nei confronti dell'esercente, soprattutto nel caso di interventi di rilevante entità che debbano in forza di legge essere suddivisi in diversi stralci attuativi pluriennali, accettare garanzie fideiussorie commisurate alla sola parte di opere che dovranno essere eseguite nel corso di quel particolare stralcio attuativo, così come lo sarà il ridurre tempestivamente (ad ogni fine d'anno) la parte di garanzia riguardante opere già realizzate, così come dovesse essere richiesto e dichiarato dall'esercente e puntualmente accertato ed attestato dal Comune (cfr. punto "g" dell'art. 10 della convenzione-tipo regionale).

Considerato tutto ciò, si ritiene opportuno for-



mulare alcune considerazioni di carattere tecnico.

Come si è detto, la fideiussione deve coprire il 100% della spesa presunta per l'adempimento degli obblighi derivanti dalla convenzione, come rilevato dal computo metrico-estimativo allegato agli atti di progetto.

Con riferimento alla tabella comparativa delle pagine precedenti, uno dei primi lavori da considerare, è la sistemazione morfologica; ne consegue che il computo metrico-estimativo li dovrà necessariamente computare sulla base delle pertinenti indicazioni:

- ritombamento e/o rinfiacco e/o rimodellamento delle geometrie di scavo con sterili di cava ed il ridistendimento del suolo pedogenizzato di cava (voce prezzario S.T.R. 12.20.015 a);
- oppure ritombamento e/o rinfiacco e/o rimodellamento delle geometrie di scavo con sterili di cava ed il ridistendimento con sterili di provenienza esterna (voce prezzario S.T.R. 12.20.015.b oppure 12.20.015.c oppure 12.20.015.d in base alla distanza);

in relazione al fatto che i materiali per la sistemazione siano reperibili direttamente in cava come cappellaccio ed altri sterili oppure esternamente attraverso il conferimento di terre e rocce di scavo ai sensi delle leggi vigenti in materia.

Un altro lavoro che dovrà essere realizzato e quindi computato, è la realizzazione della rete di regimazione idraulica definitiva (voci prezzario S.T.R.: 12.10.015 Formazione di prescavo a sezione obbligata per fossetti fino 0.5 mq di sezione, oppure 12.10.35 Scavo a sezione obbligata per canalizzazioni o fossi a cielo aperto per sezioni superiori se invece viene fatto riferimento al prezzario O.F.: Q141 Apertura fosso di scolo a mano, Q143 Apertura fosso di scolo meccanica, C 145 Scavo a sezione obbligata a mano, C 146 Scavo a sezione obbligata a macchina a seconda dei casi).

Si ritiene infine far rilevare che spesso il computo metrico delle opere di sistemazione non tiene conto anche della recinzione e dell'accesso all'area di cava che, se durante le fasi di coltivazione possono essere ridotte al minimo indispensabile (e ciò anche in funzione della costante presenza



Figura 18 Recupero naturalistico

del personale addetto alla cava) in caso di definitiva sistemazione e/o in caso di abbandono, devono garantire una sicurezza totale. Pertanto è bene che il computo metrico tenga conto anche di questi elementi che dovranno essere ricercati nel prezzario S.T.R. al capitolo 57 - "costi per la sicurezza, organizzazione cantiere" oppure nel prezzario O.F. al capitolo P - "Recinzioni, tabelle e arredi".

Oltre a queste, possono esistere anche tante altre situazioni che potrebbero dover essere tenute in considerazione ai fini del computo metrico-estimativo finalizzato al recupero dell'area, sia in relazione alla tipologia della cava (pianura, versante ecc.) sia in funzione del materiale estratto (ghiaia e sabbia o calcare) ma soprattutto in funzione del tipo di recupero; quello che si intende fornire con il presente documento è un metodo di lavoro affinché si possa attingere il computo alla complessa singolarità di ciascun Progetto di Sistemazione.

Di seguito si riporta un esempio di computo metrico realizzato utilizzando *l'elenco regionale dei prezzi per lavori e servizi di difesa del suolo, della costa e bonifica indagini geognostiche, rilievi topografici e sicurezza, relativo all'anno 2016*.

CODICE S.T.R.	DESCRIZIONE	U.M	Prezzo unitario
06.10	Nolo di macchine operatrici		
06.10.005.g	Nolo di escavatore, pala o ruspa, compresi operatore, carburante e lubrificante, per ogni ora di effettivo esercizio con potenza da 149 a 222 kW	ora	87,50 euro
06.10.030.b	Nolo di compressore agricolo dotato di attrezzi vari per lavori agroforestali (aratro, erpice, rullo spandiconcime, seminatrice, falciatrice, mototrivella, ecc.), dotato inoltre di carro e lama apripista per trasposto di materiali, compresi operatore, carburante e lubrificante per ogni ora di effettivo esercizio. Potenza da 60 a 110 kW	ora	57,20 euro
06.10.030.c	Nolo di compressore agricolo dotato di attrezzi vari per lavori agroforestali (aratro, erpice, rullo spandiconcime, seminatrice, falciatrice, mototrivella, ecc.), dotato inoltre di carro e lama apripista per trasposto di materiali, compresi operatore, carburante e lubrificante per ogni ora di effettivo esercizio. Potenza superiore a 110 kW	ora	64,10 euro
12.20	Rilevati		
12.20.15.a	Ritombamento e/o rinfiacco e/o rimodellamento delle geometrie di scavo con sterili di cava ed il ridistendimento del suolo pedogenizzato di cava	m ³	1,60 euro
51.05	Semine		
51.05.005.a	Semina di superfici o do sponde arginali, spaglio del seme, costituito da un miscuglio secondo le indicazioni del c.s.a., rinforzo della semina per una fascia di 50 cm (25 in sponda e 25 in piano) lungo i cigli per i nuovi rilevati, eventuali risemine sulle fallanze da eseguirsi entro 30 giorni o in periodo vegetativo favorevole e quant'altro occorra per dare il lavoro finito a regola d'arte: 30g/m ² senza preparazione delle superfici.	m ²	0,20 euro
51.05.006	Sovrapprezzo per fornitura e spandimento di concime organico (humus) sulle superfici oggetto di semina, in ragione di almeno 300 g/m ² e quant'altro occorra per dare il lavoro finito a regola d'arte	m ²	0,10 euro
51.15	Sistemazione di scarpate e pendii		
51.15.005.b	Fornitura e messa a dimora di piantine di specie arbustive ed arboree di età non superiore a 2 anni con certificato fitosanitario e di provenienza indicate nel capitolato, compresi apertura di buche di 30x30x30 cm, concimazione organica, pacciamatura, innaffiatura di soccorso, ricolmatura con compressione del terreno adiacente alle radici e tutore con pane di terra.	cad	5,50 euro
51.15.006	Sovrapprezzo per la fornitura e posa in opera di tubi Shelter diametro 10-15 cm e h minima 60 cm sovrapprezzo tubi Shelter diametro 10-15 cm e h min. 60 cm.	cad	2,20 euro
51.15.010.a	Esecuzione di gradonata realizzata con apertura di banchine della profondità minima di 50 cm, con contropendenza del 10%, ad interasse di 1.5-3 m, e messa a dimora di talee appartenenti a specie arbustive o arboree ad elevata capacità vegetativa, interrate per circa 3/4 della loro lunghezza, con una densità di almeno 10 talee per metro lineare di sistemazione o, in alternativa, messa a dimora di piantine di essenze consolidanti indicate nel capitolato fino a 2 anni, successivo riempimento con il materiale di scavo proveniente dalla banchina superiore, e quant'altro occorra per dare il lavoro finito a regola d'arte con talee	m	21,40 euro



24.05	Gabbionate		
24.05.005.b	Costruzione di gabbioni a scatola in rete metallica a doppia torsione, con maglia esagonale, rivestita in lega di Zinco-Alluminio in conformità alle "Linee guida per la redazione di Capitolati per l'impiego di rete metallica a doppia torsione" della Presidenza del Consiglio Superiore dei LL.PP., compresi tiranti indicati nel c.s.a., legatura lungo i bordi dei gabbioni contigui, riempiti con grossi ciottoli o pietrame di cava, di tipo non gelivo né friabile, e di pezzatura idonea a non fuoriuscire dalle maglie esagonali, opportunamente sistemati per ottenere una buona faccia a vista, senza interposizione di scaglie e con maggior costipazione possibile, realizzati a qualunque profondità ed altezza, anche in presenza di acqua e quant'altro occorre per dare il lavoro finito a regola d'arte: maglia 6x8 per altezza di 1 m.	m ³	145,30 euro
MANUTENZIONE			
06.15	Nolo di mezzi di trasporto		
06.15.010	Nolo di autobotte di portata utile da 5 a 8 t, compresi conducente, carburante, lubrificante e viaggio di ritorno a vuoto, per ogni ora di effettivo esercizio .a fino a 8 t	Ora	45,60 euro
51.05	Semine		
51.05.005.a	Semina di superfici o do sponde arginali, spaglio del seme, costituito da un miscuglio secondo le indicazioni del c.s.a., rinforzo della semina per una fascia di 50 cm (25 in sponda e 25 in piano) lungo i cigli per i nuovi rilevati, eventuali risemine sulle fallanze da eseguirsi entro 30 giorni o in periodo vegetativo favorevole e quant'altro occorra per dare il lavoro finito a regola d'arte: 30g/m ² senza preparazione delle superfici.	m ²	0,20 euro
51.05.006	Sovrapprezzo per fornitura e spandimento di concime organico (humus) sulle superfici oggetto di semina, in ragione di almeno 300 g/m ² e quant'altro occorra per dare il lavoro finito a regola d'arte	m ²	0,10 euro
51.15.005.b	Fornitura e messa a dimora di piantine di specie arbustive ed arboree di età non superiore a 2 anni con certificato fitosanitario e di provenienza indicate nel capitolato, compresi apertura di buche di 30x30x30 cm, concimazione organica, pacciamatura, innaffiatura di soccorso, ricolmatura con compressione del terreno adiacente alle radici e tutore: .b con pane di terra	cad.	5,50 euro

APPENDICE III - ATTIVITÀ SPERIMENTALI DI RECUPERO DI LUNGO PERIODO IN EMILIA-ROMAGNA



Attività sperimentali di recupero di lungo periodo in Emilia-Romagna

La problematica del recupero ambientale di aree estrattive esaurite è emersa in tutta la sua importanza solo negli ultimi decenni: dopo secoli di sfruttamento minerario e di abbandono delle aree esaurite, le comunità e le amministrazioni territoriali hanno iniziato ad imporre l'obbligo del recupero.

Molte sono state le leggi regionali che hanno previsto la necessità del recupero delle aree minerarie. Questo ha permesso di riempire un vuoto legislativo e di imporre un nuovo *modus operandi* a cavaatori e progettisti, ma non ha colmato l'assenza di esperienze e di modelli tecnico scientifici necessari per supportare questo obiettivo.

La pratica del recupero ambientale non è mai stata studiata con attenzione nei decenni passati: pochi erano i finanziamenti perché basso era l'interesse relativo a questa problematica di ecologia applicata. Da una parte i biologi vedevano in quest'attività tecnica uno svilimento delle problematiche ecologiche imperniate sulla massima naturalità, dall'altra i tecnici non si adeguavano alle condizioni estremamente variabili, alle difficoltà e singolarità ambientali nonché ai tempi lunghi di queste sperimentazioni.

In Emilia-Romagna però dagli anni '80 sono state implementate diverse aree sperimentali permanenti per confrontare e valutare tecniche di rivegetazione e rimboschimento in aree estrattive esaurite.

Partendo dalle esperienze di riqualificazione territoriale collinare e montana del prof. Bagnaresi si sono predisposte nel corso degli anni diversi siti sperimentali permanenti, finanziati con il contributo delle ditte esercenti, per lo studio della rivegetazione e della rinaturalizzazione di substrati minerali rappresentati da:

1. l'area sperimentale di Carpineti nel bacino del Dorgola in località Sasso Morello (RE), impostata nel 1985/86 su argille mioceniche sodiche;
2. l'area sperimentale di Colombara nel comu-

ne di Monte San Pietro (BO), impostata nel 1992 su argille e sabbie feldspatiche;

3. l'area sperimentale di Monte Tondo nei comuni di Riolo Terme e Casola Valsenio (RA), impostata nel 2010 su gessi.

In tutti questi siti sono state implementate diverse prove sperimentali e osservazionali che sono state mantenute e periodicamente misurate con lo scopo di evidenziare i comportamenti e gli effetti di medio e lungo periodo di diverse tecniche di rinaturalizzazione, uscendo dalla logica della prova di durata annuale o biennale che invece domina la letteratura scientifica sia locale che internazionale. L'osservazione di precedenti esperienze aveva infatti evidenziato la scarsa correlazione tra effetti di breve periodo e successiva evoluzione delle coperture vegetali messe a dimora. Qui di seguito illustreremo brevemente alcuni dei risultati raggiunti nel medio e lungo periodo.

AREA SPERIMENTALE DI CARPINETI (RE)

PROVA DI INERBIMENTO AD ELEVATA ARTIFICIALIZZAZIONE SU ARGILLE DEL MIOCENE

Nell'autunno del 1986 è stata realizzata una prova di rinaturalizzazione di un orizzonte argilloso minerale confrontando:

- 3 lavorazioni: fresatura, aratura semplice, aratura doppia;
- 3 concimazioni: chimico, liquame suino, letame bovino;
- 3 dosi delle concimazioni rispetto ad un controllo di riferimento.

Sulle parcelle di 25 m² si è seminato un miscuglio foraggero costituito da *Lolium perenne*, *Lolium italicum*, *Lolium arundinaceum*, *Dactylis glomerata*, *Lotus corniculatus*, *Trifolium hybridum*, *Trifolium pratensis*, *Medicago lupulina* ad una dose di 18 g/m². Dopo 25 anni dall'impianto si è voluto valutare gli effetti dei diversi trattamenti sull'en-



tità della copertura vegetale nel lungo periodo. In particolare si sono valutate sia la copertura vegetale totale sia la copertura vegetale viva in due epoche di rilievo diverse: tarda primavera e tarda estate. I risultati ottenuti con diverse metodologie hanno evidenziato un effetto statisticamente significativo solo per il trattamento di concimazione (Tab.3). In particolare tutti i diversi tipi di concimazione risultano essere statisticamente diversi dal controllo di riferimento, ma è in particolare l'utilizzo di liquame suino che risulta essere il trattamento più efficace. L'approccio totalmente ricostruttivo nel recupero del substrato minerale sembra essere ancora efficace a 25 anni dall'impianto anche se l'entità della copertura ottenuta non sembra controllare la diffusione della *Dittrichia viscosa* (inula), specie caratteristica delle prime fasi della dinamica vegetazionale.



Figura 19 Prova ad elevata artificializzazione: parcella di controllo



Figura 20 Prova ad elevata artificializzazione: parcella lavorata leggera con letame a dose minima

	COPERTURA TOTALE		COPERTURA VIVA		COPERTURA INULA
	Primavera	Estate	Primavera	Estate	Estate
Lavorazioni	0.165	0.270	0.381	0.299	0.667
Concimazione	0.027	0.009	0.001	0.000	0.873
Lav. Concim.	0.357	0.188	0.658	0.469	0.514
Dose (Concim.)	0.425	0.086	0.289	0.079	0.172
Lav. Dose (Concim.)	0.199	0.088	0.753	0.904	0.111

Tabella 3 Probabilità statistica dei diversi fattori confrontati (Valori in neretto identificano fattori statisticamente significativi)

	COPERTURA TOTALE		COPERTURA VIVA		COPERTURA INULA
	Primavera	Estate	Primavera	Estate	Estate
Controllo	C	C	C	C	A
Chimico	B	B	B	B	A
Liquame suino	A	A	A	A	A
Liquame bovino	B	B	B	B	A

Tabella 4 Separazione statistica dei diversi trattamenti del fattore Concimazione per le diverse variabili (a lettere diverse corrispondono trattamenti significativamente diversi con una probabilità < 0.05)

AREA SPERIMENTALE DI COLOMBARA MONTE S.PIETRO (BO)

INERBIMENTO DI SCARPATA ARGILLOSA

Su scarpate minerali argillose sono stati confrontati diversi trattamenti al fine di favorire l'insediamento stabile di una copertura vegetale erbacea. In particolare sono stati messi a confronto:

- nero verde (pacciamatura associata a legante bituminoso) (NV);
- rete di juta con preventiva lavorazione del substrato (RL);
- rete di juta con preventiva lavorazione del substrato ed idroseminata (IRL);
- idrosemina sul sodo (I);
- idrosemina con preventiva lavorazione del substrato (IL);
- controllo (C).

Su queste parcelle è stato seminato nel mese di maggio un miscuglio costituito da: *Lolium perenne*, *Lolium arundinaceum*, *Festuca pratensis*, *Phleum pratense*, *Dactylis glomerata*, *Trifolium ladinum*, *Lotus corniculatus* e *Hedysarum coronarium* (in una dose di 45 g/m²). La prova è stata seguita per 12 anni valutando sia la copertura

erbacea complessiva che la sua composizione floristica.

Dalla prova emergono gli effetti molto positivi sulla copertura erbacea dei trattamenti nero verde e rete di juta che favoriscono il veloce insediamento di una buona copertura erbacea, effetti però che nel tempo tendono ad attenuarsi progressivamente fino a confondersi con i processi di rinaturazione affermatasi negli altri trattamenti (controllo ed idrosemina).

Da un punto di vista qualitativo (composizione floristica) si evidenzia un comportamento analogo con effetti evidenti e statisticamente significativi di alcuni trattamenti nei primi anni dopo l'impianto (nero verde e rete di juta, Fig.21) che tendono poi ad attenuarsi nel tempo: dopo una decina di anni la composizione floristica infatti risente ancora dei trattamenti all'impianto pur manifestando delle differenze non più significative (Fig.22).

TRAPIANTI DI SPECIE ARBUSTIVE ED ARBOREE SU MINERALE ARGILLOSO

Nell'autunno del 1992 sono stati messi a dimora con un semplice colpo di vanga (trapianto a fessura) diverse specie arbustive ed arboree su un orizzonte minerale argilloso in piano senza

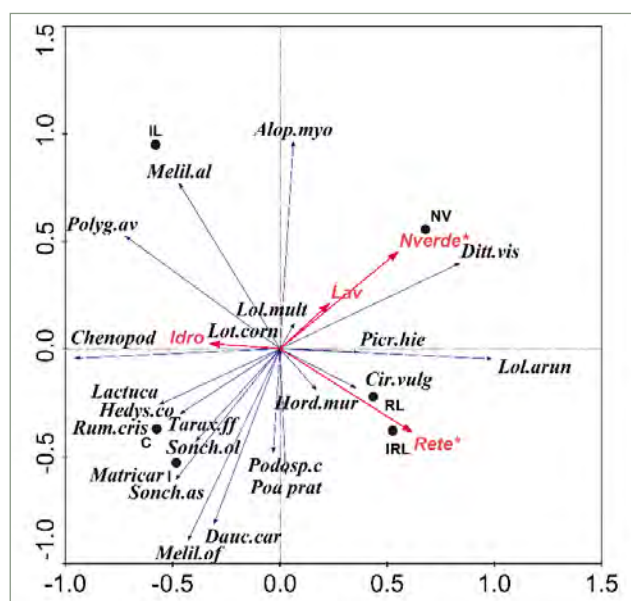


Figura 21 Analisi RDA della copertura erbacea a 2 anni dall'impianto (64.6%, 18.9%) (* trattamenti statisticamente significativi con un $P < 0.05$)

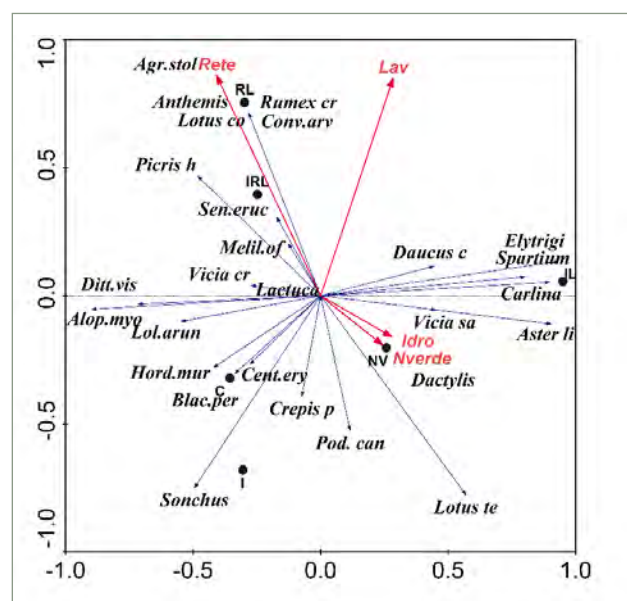


Figura 22 Analisi RDA della copertura vegetale a 12 anni dall'impianto (59.7%, 17.6%)(* trattamenti statisticamente significativi con un $P < 0.05$)



alcuna lavorazione, né concimazione, al fine di valutare la possibilità di sopravvivenza delle diverse specie a confronto in queste condizioni limite. La prova e le specie a confronto erano

	ALBERI	ARBUSTI
Area bassa	<i>Fraxinus excelsior</i>	<i>Rhamus catartica</i>
	<i>Fraxinus angustifolia</i>	<i>Colutea arborescens</i>
	<i>Corylus avellana</i>	<i>Viburnum opulus</i>
	<i>Sorbus domestica</i>	<i>Euomyms europaea</i>
		<i>Sambucus nigra</i>
		<i>Cotinus coggygria</i>
Area intermedia	<i>Prunus avium</i>	<i>Coronilla emerus</i>
	<i>Acer monspessulatum</i>	<i>Crataegus monogyna</i>
	<i>Ostrya carpinifolia</i>	<i>Ligustrum vulgare</i>
		<i>Prunus spinosa</i>
		<i>Spartium junceum</i>
		<i>Cornus sanguinea</i>
Area alta	<i>Pyrus communis var. pyraster</i>	<i>Paliurus spina-chisti</i>
	<i>Ulmus minor</i>	<i>Spartium junceum(in vaso)</i>
	<i>Fraxinus ornus</i>	
	<i>Acer campestre</i>	

Tabella 5 Alberi e arbusti messi a dimora

suddivise in tre diverse aree: bassa, intermedia e alta (Tab.5).

I dati sono stati analizzati a 10 ed a 20 anni dall'impianto valutando sia la sopravvivenza, che lo sviluppo in altezza nonché la sensibilità al danneggiamento da parte degli ungulati. In tutte le fasi analizzate i risultati sono risultati coerenti (Tab.6).

Sono lo *Spartium junceum*, il *Ligustrum vulgare* ed il *Cotinus coggygria* gli arbusti che hanno mostrato una maggiore sopravvivenza ed un maggiore sviluppo in queste condizioni limite di impianto, mentre tra gli alberi sono il *Pyrus pyraster*, il *Fraxinus ornus* ed il *Fraxinus angustifolia*, pur in presenza di danni da ungulati diversificati per specie.

CONFRONTO TRA TECNICHE AGRONOMICHE NELLA RIVEGETAZIONE DI UN ORIZZONTE ARGILLOSO

Al fine di studiare e migliorare gli interventi di rinaturalizzazione nel 1994 su alcuni gradoni della cava Colombara è stata realizzata una prova di lungo periodo per confrontare e quantificare gli effetti di diverse tecniche agronomiche utilizzabili nella riqualificazione delle argille.

In particolare si sono messi a confronto:

1. la concimazione azotata con un concime a lenta cessione (60 kg/ha di N);
2. la concimazione fosfatica con perfosfato minerale (200 kg/ha);
3. l'ammendamento con sostanza organica

Gruppo	ALBERI		ARBUSTI	
	Specie	Danni da ungulati	Specie	Danni da ungulati
Molto adattato	<i>Spartium junceum</i>	Limitati	<i>Pyrus pyraster</i>	Assenti
	<i>Ligustrum vulgare</i>	Limitati	<i>Sorbus domestica</i>	Elevati
	<i>Cotinus coggygria</i>	Medi	<i>Fraxinus ornus</i>	Medi
			<i>Fraxinus angustifolia</i>	Medi
Mediamente adattato	<i>Prunus spinosa</i>	Limitati	<i>Ulmus minor</i>	Limitati
	<i>Crataegus monogyna</i>	Limitati	<i>Acer campestre</i>	Limitati
			<i>Fraxinus excelsior</i>	Medi

Tabella 6 Sensibilità al danneggiamento da ungulati delle specie meglio adattate all'impianto

(letame 2000 kg/ha);

- l'apporto di un sottile orizzonte di terreno pedogenizzato (0,05 m) miscelato con dell'argilla superficiale.

È stato poi seminato sulle parcelle un miscuglio di essenze erbacee composto da: *Vicia villosa*, *Medicago lupulina*, *Hedysarum coronarium*, *Lotus corniculatus*, *Melilotus alba*, *Melilotus officinalis*, *Alopecurus myosuroides*, *Lolium perenne*, *Dactylis glomerata*, *Cynodon dactylon*, *Eritrigia repens*, *Lolium arundinaceum*, nella dose di 26 g/m².

Dopo 11 anni di osservazione le analisi della copertura vegetale ottenuta hanno permesso di valutare gli effetti quantitativi (copertura) e qualitativi (composizione ed abbondanza) dei diversi trattamenti nel corso delle annate e la loro significatività.

Dall'analisi della stima della copertura vegetale erbacea emerge una significatività per gli effetti principali dei trattamenti, mentre gli effetti delle interazioni si esauriscono nel breve periodo. L'effetto più significativo e prolungato è quello del terreno (T) che sembra perdurare positiva-

mente per una decina di anni, seguito dall'ammendamento organico con letame che invece sembra essere efficace solo per circa 6 anni. Particolare è l'andamento del fosforo (P) che presenta un effetto più contenuto ma più persistente nel tempo con un andamento altalenante. Limitato è invece apparso l'effetto quantitativo dell'azoto a lenta cessione. Per tutti i trattamenti è però evidente un andamento decrescente nel tempo del loro effetto sulla stima della copertura erbacea insediata.

Dal punto di vista qualitativo (composizione ed abbondanza delle specie) i diversi trattamenti hanno presentato risposte leggermente differenziate:

- il terreno (T), pur nella limitata quantità distribuita, rappresenta il trattamento più efficace e persistente nel tempo mantenendo la significatività statistica anche dopo 10 anni;
- il letame (L) esercita un effetto evidente nel primo periodo per poi scemare;
- il fosforo (P), significativo al primo anno, perde di importanza nel tempo;
- l'azoto (B), pur non essendo statisticamente

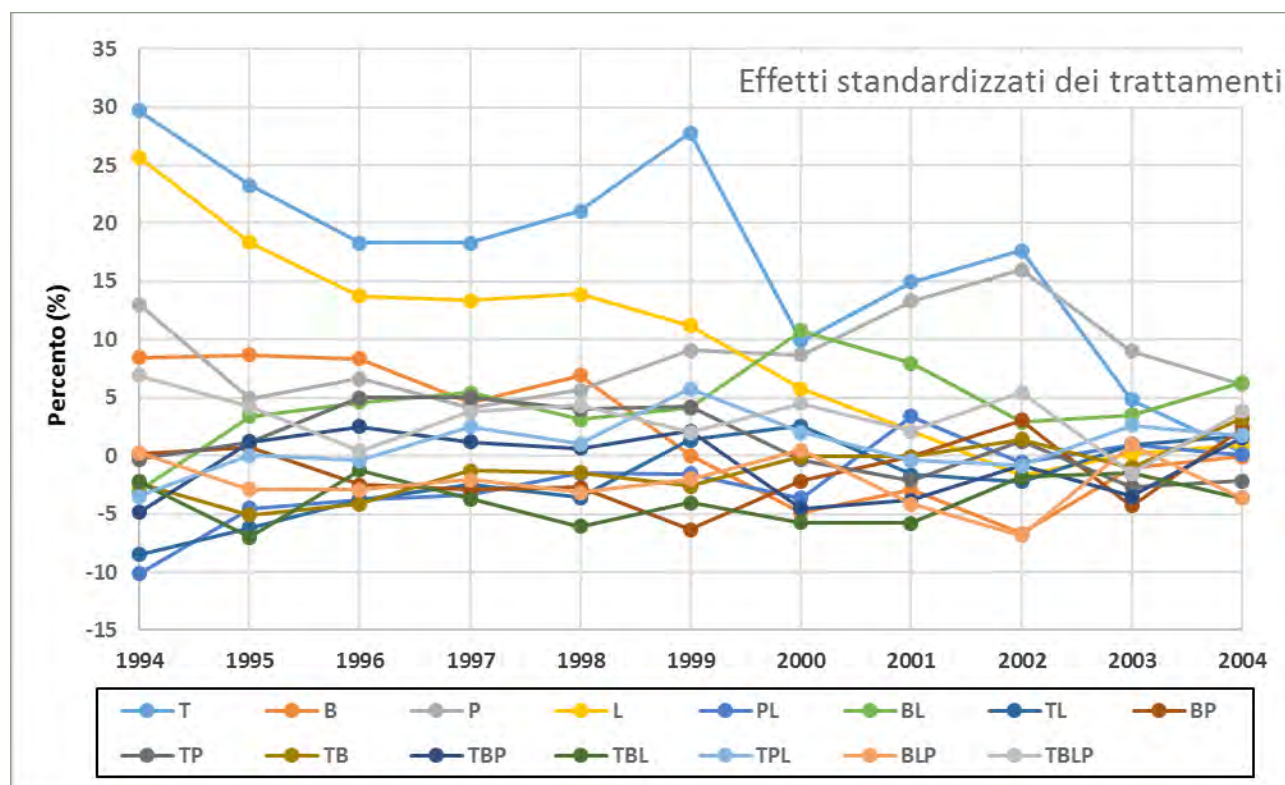


Figura 18 Andamento degli effetti dei diversi trattamenti sulla stima della copertura erbacea di Giugno (T: terreno, B: azoto lenta cessione; P: fosforo; L: ammendante organico)



significativo, esercita un effetto sulla composizione floristica specie nel lungo periodo. Da quanto illustrato emerge un effetto importante ma transitorio di tutti i diversi trattamenti applicati in questo intervento totalmente ricostruttivo, da cui l'importanza decisiva di una disponibilità adeguata di terreno pedogenizzato di qualità (top soil) sulla risposta della vegetazione.

CONFRONTO TRA DIVERSE DOSI DI AZOTO ALL'IMPIANTO SU SABBIE FELDSPATICHE

Per confrontare il comportamento di una copertura erbacea in presenza di diverse dosi di azoto all'impianto, tra il 1997 ed il 2001 sono stati predisposti e realizzati diversi interventi di recupero in cui è stata modulata la dose di azoto totale (ammendamento+concimazione) su un orizzonte ricostruito rappresentato da top soil e sub soil di matrice sabbiosa, raccolti ed accumulati in fase di avanzamento del fronte di scavo.

L'azoto rappresenta il fattore limitante più importante negli interventi di riqualificazione ambientale specie in terreni sabbiosi: la sua elevata dinamicità nel suolo ne ostacola un accumulo diretto. Solo attraverso una sua organizzazione nella sostanza organica (piante e residui), e successivamente nell'humus, consente un suo accumulo nel suolo a disposizione per un successivo riutilizzo da parte della vegetazione.

Pur in presenza di alcune differenze rappresentate dalla composizione floristica del miscuglio e dalle percentuali diverse di forme di azoto distribuite (chimica od organica) il confronto tra

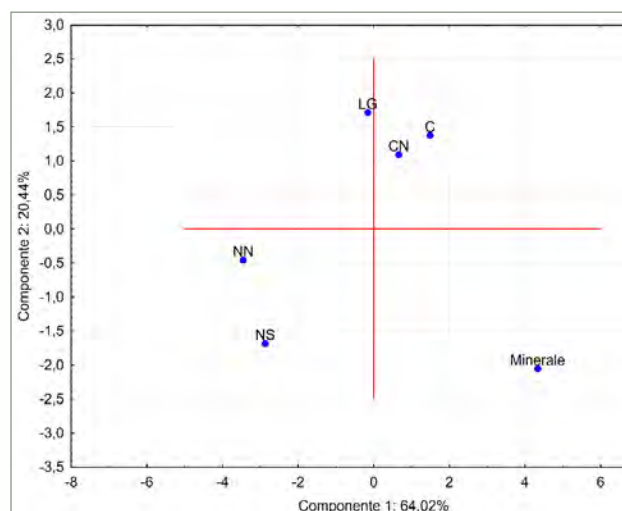


Figura 23 Analisi delle componenti principali dei parametri chimici dell'orizzonte superficiale (0-25 cm) a 10 anni dall'impianto

questi 5 interventi, a 10 e più anni dall'impianto, consente di trarre diverse indicazioni importanti (Tab. 7).

A 10 anni dal primo impianto le analisi chimiche dell'orizzonte superficiale (0-25 cm) hanno evidenziato differenze tra le diverse prove a confronto: tutti gli interventi tendono a differenziarsi rispetto all'orizzonte minerale, formando due gruppi distinti in funzione delle diverse dosi di azoto all'impianto (Fig.23). Di particolare interesse sono le differenze riscontrate nella sostanza organica e nell'azoto totale: in entrambi i parametri si evidenzia una relazione quadratica in funzione della dose totale di azoto all'impianto. La concimazione iniziale sembra influire positivamente sull'azoto nel suolo e la sostanza organica solo a dosi contenute (< 400 unità/Ha) per poi diventare ininfluenza se non negativa (Fig.24).

PROVE	GRAMINACEE (%)	LEGUMINOSE (%)	DOSE (g/m2)	N (unità)	N ORG. (%)	P ₂ O ₅ (unità)	ANNO
LG	74	26	50	240	67	118	1997
CN	100	0	35	210 + 80	35	59	1997
C	100	0	35	210	61	59	1997
NN	77	29	80	700	36	118	1998
NS	85	15	48	900	85	71	2001

Tabella 7 Caratteristiche delle diverse prove a confronto: NN e NS trattamenti a dosi elevate - LG, C, CN dosi contenute



Figura 24 Relazione tra Sostanza organica e Azoto all'impianto a 10 anni.

Le diverse dosi all'impianto sembrano poi condizionare pesantemente anche la composizione floristica della copertura erbacea: sia in termini quantitativi che qualitativi (Fig.25). L'analisi evidenzia una netta differenziazione tra i trattamenti a dosi elevate (NN ed NS) rispetto a quelli a dosi contenute (LG, C, CN). Anche l'effetto dell'apporto in copertura dell'azoto (CN) sembra esercitare un'azione importante sulla composizione della copertura.

Viceversa negli anni non si evidenziano sostanziali differenze sulla produttività biologica complessiva (sostanza secca prodotta).

SEMINA DI SPECIE ARBOREE ALL'IMPIANTO

Negli interventi di riqualificazione di aree estrattive esaurite il calendario degli interventi prevede un immediato inerbimento del sito, al fine di stabilizzare l'orizzonte minerale, associato, in tempi successivi, a trapianti di vegetazione arborea ed arbustiva. Al fine di limitare i costi dei trapianti si è voluto associare alla semina del cotico erbaceo una semina di essenze arboree. Lungo un pendio inclinato di materiale sabbioso si è provveduto alla distribuzione di 4 specie arboree: *Alnus glutinosa*, nella porzione bassa dell'area, *Ostrya carpinifolia*, *Fraxinus excelsior* nella porzione intermedia e *Fraxinus ornus* nella porzione alta della scarpata in contemporanea con la semina di un cotico erbaceo costituito

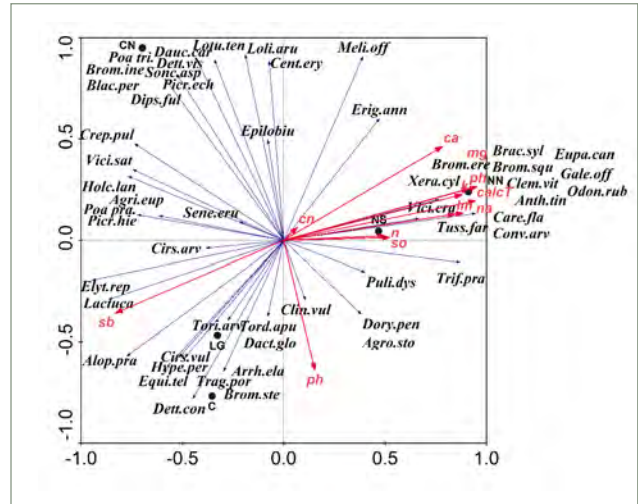


Figura 25 Analisi RDA della composizione floristica delle prove a confronto a 10 anni (36.8%-28.9%)

prevalentemente da graminacee (70%) e dopo un'adeguata preparazione del terreno con amendamento e concimazione.

A 10 anni dalla semina si sono analizzati i risultati della presenza e dello sviluppo delle piante arboree presenti attraverso una analisi statistica e spaziale.

Delle quattro specie arboree seminate solo due sono state osservate: *Fraxinus excelsior* e *Fraxinus ornus*.

Al di là dei parametri biometrici la particolarità della risposta della semina ha riguardato la sua distribuzione spaziale. La presenza delle piante arboree non appare né regolare né casuale bensì raggruppata in gruppi densi. Infatti dai diagrammi della K di Ripley (Fig.27) emerge una aggregazione non casuale delle piante sia per i *Fraxi-*



Figura 26 Gruppo di frassini nati da seme

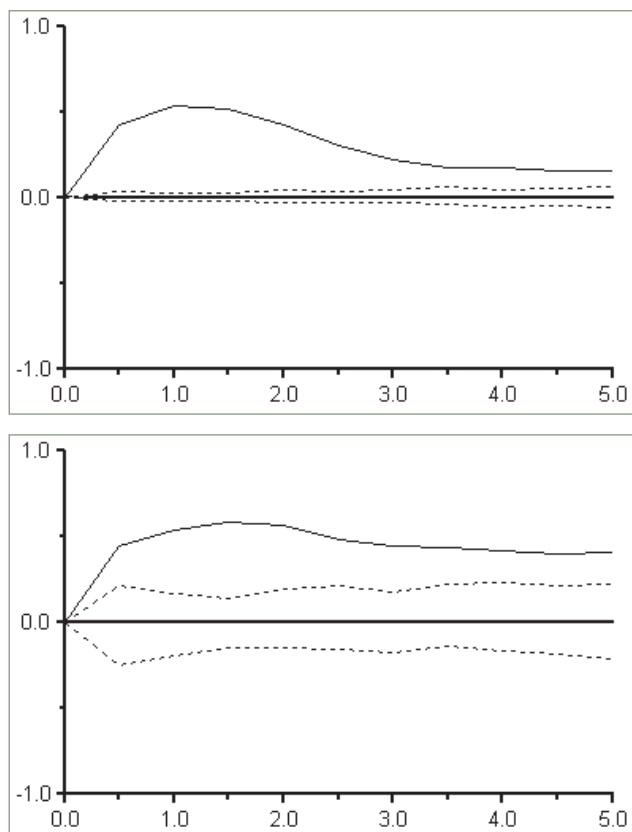


Figura 27 Diagrammi delle K di Ripley in funzione della distanza per il *Fraxinus excelsior* e per il *Fraxinus ornus*

nus excelsior che per i *Fraxinus ornus*.

Questo singolare comportamento raggruppato è stato interpretato come la diretta conseguenza della competizione esercitata dalle essenze erbacee seminate in contemporanea: solo dove cause fortuite avevano limitato od ostacolato lo sviluppo della copertura erbacea (forte nevicata con morte del cotico) si è potuta affermare già dai primi anni una presenza via via crescente di piante arboree. Dove all'opposto la densità del cotico erbaceo risulta elevata si sono manifestate rare ed isolate piante arboree. Le esigenze di stabilizzazione immediata delle pendici sabbiose sono entrate in conflitto con le esigenze delle giovani piantine delle essenze arboree compromettendone l'emergenza.

AREA MONTE TONDO, RIOLO TERME-CASOLA VALSENI (RA)

Nel polo estrattivo dei gessi di Monte Tondo, dal 2011 è in corso una sperimentazione sulle



Figura 28 Gradonature della cava di gesso di Monte Tondo



Figura 29 Esemplare di *Pistacia terebinthus* su orizzonte limo gessoso

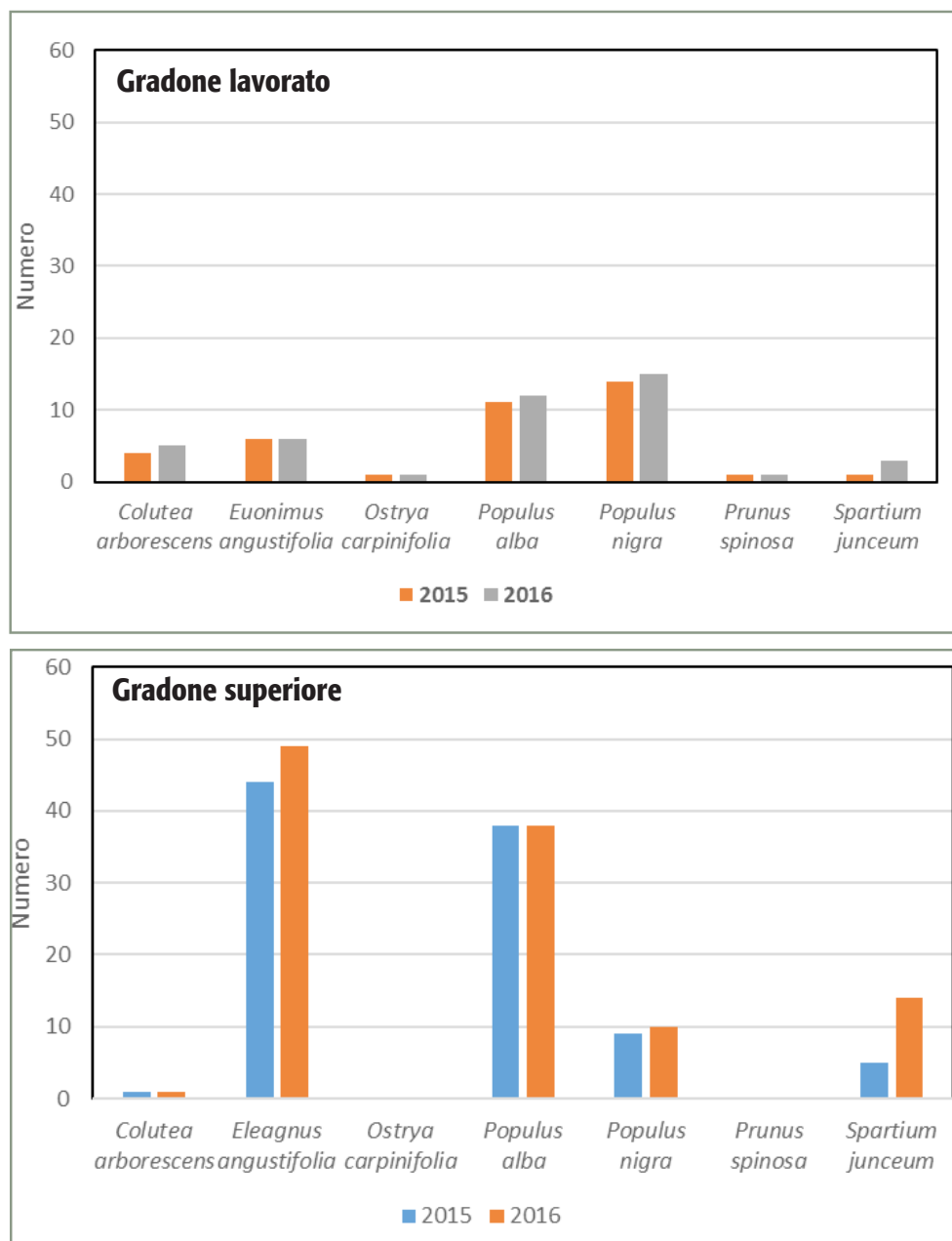


Figura 30 Distribuzione delle specie rinnovate naturalmente sul gradone lavorato e sul gradone superiore a libera evoluzione

tecniche di riforestazione del fronte estrattivo esaurito di cava. Su alcuni gradoni posti nella porzione alta della scarpata di abbandono sono state messe a dimora alcune specie arboree ed arbustive in annate diverse e si è osservato il loro attecchimento e comportamento.

In particolare sono state messe a dimora *Fraxinus ornus*, *Quercus ilex*, *Quercus pubescens* tra le arboree e *Pistacia terebinthus*, *Rhamnus alaternus*, *Rosa canina*, *Juniperus communis* tra le arbustive. Le particolari condizioni litologiche e la

prossimità con il Parco Regionale della Vena del Gesso Romagnola hanno condizionato la scelta delle specie, privilegiando l'impiego di essenze rare ed esigenti, in associazione ad essenze più colonizzatrici e rustiche. I trapianti di ecotipi locali raccolti e moltiplicati in vivaio sono avvenuti su minerale limoso residuo dell'attività di cava a formare un orizzonte superficiale inclinato verso la scarpata. Sono state utilizzate piantine in vaso di 2-3 anni di età. Dopo 5 anni dall'impianto e dopo estati molto siccitose alternate ad inver-



SPECIE	Soprav.	Altezza	Esm(Alt)	CV (Alt)
	(%)	(cm)	(cm)	(%)
<i>Quercus ilex</i>	30,37	27,61	1,46	33,90
<i>Quercus pubescens</i>	14,29	20,40	7,64	83,77
<i>Fraxinus ornus</i>	73,77	52,24	3,19	39,53
<i>Pistacia terebinthus</i>	53,27	27,21	1,32	36,68
<i>Rhamnus alaternus</i>	45,56	35,66	1,81	46,07
<i>Rosa canina</i>	50,00	42,80	3,27	54,02
<i>Juniperus communis</i>	6,00	52,00	13,60	45,23
totale	42,37	36,91	1,15	52,51

Tabella 8 Diffusione delle specie arboree ed arbustive sul gradone superiore

ni anche molto nevosi i trapianti risultano essere ben affrancati con percentuali di attecchimento molto variabili in funzione delle specie e delle diverse condizioni di impianto.

Viste le difficili condizioni della stazione, una elevata mortalità all'impianto è da considerare fisiologica, in particolare per specie più esigenti come le *Quercus*. Viceversa appare anomalo il risultato del ginepro: in questo caso il posizionamento degli individui nelle porzioni basse del gradone con limitato spessore di orizzonte sciolto sembra essere il fattore limitante che ne ha pesantemente compromesso la sopravvivenza.

Nel corso degli anni alle specie messe a dimora artificialmente si sono affiancate piante diffuse e rinnovate naturalmente. Anche queste sono state rilevate e confrontate con altre piante a diffusione spontanea insediatesi su un gradone superiore, non ancora interessato da interventi. Confrontando le due diverse situazioni (Fig.30) sono emerse delle differenze: sul gradone superiore si è osservata una maggiore diffusione di individui ma non di specie. L'attenzione è caduta in particolare sulla diffusione di specie alloctone quali l'olivello di Boemia (*Eleagnus angustifolia*), che rapidamente si stanno insediando su questo substrato minerale e altrettanto rapidamente si stanno diffondendo (Tab.8).

APPENDICE IV - IL RECUPERO DELLE CAVE IN ITALIA E IN EUROPA



Il recupero delle cave in Italia e in Europa

Allo scopo di verificare i benefici in termini paesaggistico-ambientali e socio-economici apportati al territorio dagli interventi di recupero di cava è stata condotta una ricerca non solo sul territorio nazionale ma anche a livello europeo. Gli esempi selezionati sono stati quindi raccolti in schede analitiche descrittive degli interventi effettuati e dei risultati ottenuti. La ricerca è stata effettuata attraverso la consultazione bibliografica e online e inoltre per l'ambito europeo è stato inviato un questionario a pubbliche amministrazioni/enti competenti per avere indicazioni su quali recuperi a livello locale potessero essere considerati interessanti e ben realizzati. Il questionario è stato indirizzato ai partner del progetto MINATURA 2020 (Depositi minerari di importanza pubblica – finanziato nell'ambito del programma Horizon 2020) ed è stato integrato con i risultati ottenuti da un medesimo questionario inviato per il progetto SNAP-SEE (Pianificazione sostenibile degli aggregati nel sud-est Europa).

Da un campione iniziale di 80 esempi sono state selezionati 20 esempi di recupero in funzione dei seguenti criteri:

- distribuzione geografica;
- materiale estratto;
- destinazioni d'uso finale del ripristino;
- esempi citati come virtuosi nei questionari;
- riconoscimenti ricevuti.

LE SCHEDE

Le schede contengono i seguenti dati:

- aspetti anagrafici del sito (nome, ubicazione ed estensione);
- dati relativi all'attività estrattiva (tipologia di cava o miniera, materiali estratti, dati storici e stato di attività);
- dati relativi al recupero (tipologia di recupero, risultati ottenuti ed eventuali annotazioni riferite a riconoscimenti);
- riferimenti bibliografici.

IL QUESTIONARIO

I risultati del questionario in oggetto, inviato a pubbliche amministrazioni ed enti competenti sulle materie prime, sono stati integrati e confrontati con quelli raccolti durante una prima indagine svolta nell'ambito del Progetto SNAP-SEE (2012-2014). Nel complesso 18 istituzioni europee hanno fornito una risposta al questionario.

Il questionario è stato articolato in sette domande:

- A. Il recupero delle cave è effettivamente attuato nel vostro paese?
- B. Chi è responsabile per il recupero delle cave nel vostro paese (imprese, autorità, enti pubblici, ecc.)? È presente un ufficio responsabile della valutazione dei progetti di recupero delle cave?
- C. Nel vostro paese, il progetto di recupero è previsto già dal progetto di sfruttamento della cava o è una conseguenza della fine delle attività?
- D. Avete regolamenti/leggi/linee guida che definiscano il tema del recupero delle cave?
- E. È a conoscenza di quali tipologie di recupero sono in corso nel vostro paese? (ad esempio, recupero del paesaggio, recupero sociale/economico, ecc.).
- F. Si prega di citare qualche buon esempio di recupero di cave nel vostro paese.
- G. Si prega di fornire un suggerimento/parere per implementare/migliorare il recupero delle cave nel vostro paese.

I dati sono stati raccolti in tabelle di sintesi e, ove possibile, rappresentati su cartografia.

Nella tabella seguente sono elencati enti e dipartimenti che hanno risposto al questionario e sono sinteticamente riassunte le risposte ricevute ai punti A, C, e D che danno una visione di insieme sintetica del recupero a livello europeo. Si evidenzia infatti che il recupero delle attività estrattive (A) è previsto in tutti gli stati che han-



PROGETTO	STATO	ENTE	SINTESI RISPOSTE RICEVUTE		
			A	C	D
MINATURA 2020	Portogallo	Empresa de Desenvolvimento Minero, EDM	sì	è previsto dal piano di sfruttamento	sì
MINATURA 2020	Slovenia	Geological Survey of Slovenia e DTV PO	sì	è previsto dal piano di sfruttamento	sì
MINATURA 2020	Francia	Collège C : Associations, institutions, individuels	sì	è previsto dal piano di sfruttamento	sì
MINATURA 2020	Serbia	University of Belgrade, Faculty of Mining and Geology	sì	non fa parte del piano di sfruttamento	sì
MINATURA 2020	Olanda	Alterra	sì	non fa parte del piano di sfruttamento	no
MINATURA 2020	Romania	Geological Institute of Romania, University of Bucharest	sì	è previsto dal piano di sfruttamento	sì
MINATURA 2020	Slovacchia	State Geological Institute of Dionyz Stur, Slovakia	sì	non fa parte del piano di sfruttamento	sì
MINATURA 2020	Ungheria	Geological and Geophysical Institute of Hungary	sì	è previsto dal piano di sfruttamento	sì
MINATURA 2020	Spagna	La Palma Research Centre SL	sì	è previsto dal piano di sfruttamento	sì
SNAP-SEE	Inghilterra	British geological Service	sì	è previsto dal piano di sfruttamento	sì
SNAP-SEE	Scozia	Mineral Products Association Scotland	sì	è previsto dal piano di sfruttamento	sì
SNAP-SEE	Irlanda del nord	Governo centrale	sì	è previsto dal piano di sfruttamento	sì
SNAP-SEE	Irlanda	Minerals and the mining industry	sì	è previsto dal piano di sfruttamento	sì
SNAP-SEE	Svezia	Geological Survey of Sweden (SGU)	sì	non fa parte del piano di sfruttamento	sì
SNAP-SEE	Germania	Federal Institute for Geosciences and Natural Resources	sì	nessuna risposta	-
SNAP-SEE	Danimarca	Ministry of Environment Nature Agency	sì	nessuna risposta	-
SNAP-SEE	Lituania	Lithuanian Geological Survey	sì	nessuna risposta	sì
SNAP-SEE	Polonia	Polish Geological Institute	sì	è previsto dal piano di sfruttamento	sì

Tabella 9 Elenco degli Enti/Dipartimenti che hanno risposto al questionario e sintesi delle risposte ricevute per i punti A, C, D

no risposto al questionario (Tab.9 e Fig. 29). Per molti di loro è un'attività regolamentata da normative che prevedono un piano di fine coltivazione e una strategia di reinserimento dell'area di cava nel paesaggio.

Nell'ambito del punto **B** (Fig.30) è emerso che i lavori di recupero sono principalmente a carico delle imprese che hanno i diritti di concessione per lo sfruttamento, mentre l'autorizzazione al recupero è data dalle autorità competenti, le quali hanno anche il compito di monitorare e valutare i lavori in esecuzione. Nella maggioranza dei casi l'impresa deve fornire una garanzia finanziaria per coprire le spese di recupero.

In merito al punto **C** il recupero dell'attività

estrattiva è contestuale al progetto di sfruttamento per la maggior parte degli Stati: solo nel caso di Slovacchia e Olanda il progetto di recupero non fa parte, almeno inizialmente, del progetto di sfruttamento. In Serbia invece la normativa varia in funzione della tipologia di uso del suolo (agricolo o forestale).

Relativamente alla domanda **D** (Tab.9 e Fig.31), si denota che per la maggior parte degli stati europei sono presenti leggi, regolamenti o linee guida sul recupero delle cave, spesso contenuti all'interno delle indicazioni per la pianificazione e consultabili sui siti internet.

In Spagna, ad esempio, l'Associazione Nazionale dei Produttori di Aggregati (ANEFA) con la

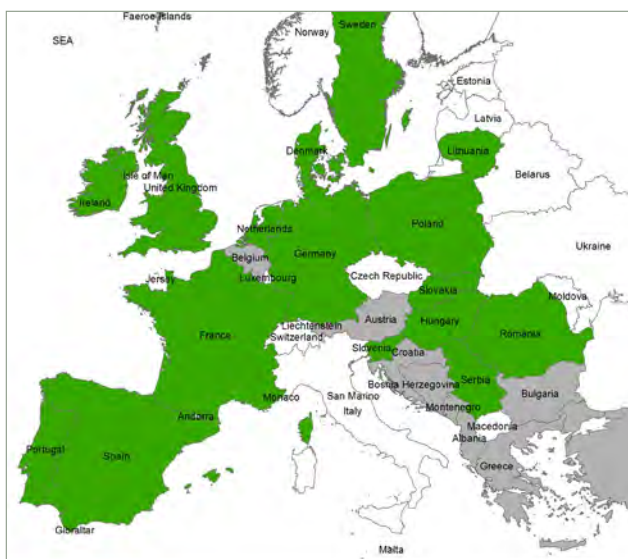


Figura 29 In **verde** gli Stati che prevedono un recupero dell'area sottoposta ad attività estrattiva da enti/dipartimenti contattati. In **grigio** gli stati che non hanno fornito una risposta al questionario. In bianco gli stati a cui non è stato inviato il questionario

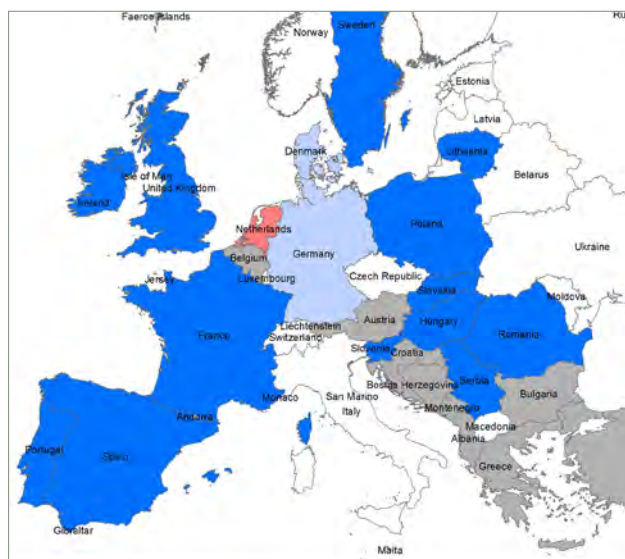


Figura 31 In **blu** sono evidenziati gli stati europei che prevedono leggi, regolamenti o linee guida sul recupero delle cave. In **rosso** gli stati che non lo prevedono. In **azzurro** gli stati che non hanno risposto alla domanda. In **grigio** gli stati che non hanno fornito una risposta al questionario. In bianco gli stati a cui non è stato inviato il questionario



Figura 30 In **verde** gli Stati che prevedono il piano di recupero già all'interno del progetto di sfruttamento. In **arancione** gli stati che non lo prevedono. In **azzurro** gli stati che non hanno risposto alla domanda. In **grigio** gli stati che non hanno fornito una risposta al questionario. In bianco gli stati a cui non è stato inviato il questionario

Comunità autonoma della Rioja ha sviluppato un Manuale sul Recupero delle miniere a cielo aperto.

In relazione alle domande **E** ed **F**, emerge che vengono attuate differenti tipologie di recupero e che la scelta progettuale dipende prevalentemente

da fattori fisici, in particolare dalla morfologia del sito, dalla sua ubicazione e dalla geologia e idrogeologia dell'area.

Fra le varie tipologie prevale il recupero del paesaggio e della biodiversità, con destinazione finale dell'area di cava a sito Rete Natura 2000 e/o ad area forestale.

Esistono molti esempi di recupero a fini turistici tramite la realizzazione di geoparchi o musei storici-industriali.

Altre tipologie di recupero suggerite nelle risposte ai questionari sono: il recupero ad area agricola (ritombamento) e a servizi per il tempo libero come attività ricreative, pesca, aree balneabili e recupero con finalità commerciale. In alcuni casi si predilige una combinazione di più tipologie di recupero.

In Inghilterra e Olanda, in particolare, sono prevalenti rispetto ad altri stati i recuperi a cassa di espansione per la riduzione del rischio idraulico. La tabella 10 riporta le tipologie più comuni in ogni stato sulla base delle risposte al questionario.

In merito alla domanda **G** si sono evidenziate alcune criticità specifiche di ogni singolo stato. Ad esempio in Irlanda le cave vengono sfruttate



STATO	HABITAT E BIODIVERSITÀ	AREE FORESTALI	GEO-PARCHI	SICUREZZA IDRAULICA	AREE AGRICOLE	ATTIVITÀ TURISTICO RICREATIVE-CULTURALI	ATTIVITÀ COMMERCIALI
Portogallo		X	X			X	
Slovenia					X	X	
Francia	X		X			X	X
Serbia	X	X			X	X	
Olanda	X			X		X	
Romania	X	X			X	X	
Slovacchia	X	X					
Ungheria	X		X			X	
Spagna	X		X			X	
Inghilterra	X			X		X	X
Scozia	X	X	X		X	X	
Irlanda del Nord	X				X		
Svezia	X		X			X	
Lituania	X	X				X	
Polonia	X	X	X			X	

Tabella 10 Tipologie di recupero delle attività estrattive suddivise per Stato in base alle risposte al questionario

in relazione alla domanda di mercato per questo motivo anche i progetti di recupero non hanno un inizio certo e possono cambiare varie volte durante l'attività estrattiva. In Spagna, Francia e Serbia si evidenziano criticità relative allo stato di abbandono delle antiche miniere non più coltivate, con particolare riferimento all'inquinamento dovuto agli scarti dell'attività estrattiva. In Lituania e Ungheria esistono problematiche sulle attività di monitoraggio dei lavori di recupero e sui finanziamenti dei lavori ove non presenti clausole fideiussorie. Romania e Svezia invece propongono un maggior coinvolgimento dei portatori di interesse già nelle fasi preliminari della progettazione del recupero.

In generale vengono suggeriti controlli più efficaci e l'applicazione di misure d'incentivazione; la destinazione d'uso infatti non sempre è de-

finita prima dell'avvio del piano estrattivo ed è richiesta più flessibilità nelle modalità di recupero, creando delle combinazioni con più utilizzi. Dall'analisi delle risposte del questionario, in tutti gli stati è previsto il recupero dei siti estrattivi al termine dello sfruttamento. Le autorizzazioni alle attività di recupero sono prevalentemente rilasciate dalle autorità statali o locali, mentre l'esecuzione e le responsabilità finanziarie sono a carico degli operatori delle cave. Nella maggior parte dei casi esistono leggi/regolamenti che prevedono il recupero già nel progetto di coltivazione della cava, nonostante in alcuni casi sia una conseguenza della fine delle attività di sfruttamento. Come si evince dalla tabella 10 i recuperi prevalenti sono quelli naturalistici e quelli turistico-ricreativo-culturali.

Esempi di recupero in Italia

DATI ANAGRAFICI	REGIONE	Piemonte
	NOME	Cava Germaire e Cava Monviso
	UBICAZIONE	Provincia di Torino, Comuni di Carignano e Carmagnola
	ESTENSIONE	115 ettari
DATI ATTIVITÀ	TIPOLOGIA	Cava a fossa con interessamento della falda
	MATERIALI ESTRATTI	Ghiaie e sabbie alluvionali
	DATI STORICI	L'attività è iniziata nei primi anni '80
DATI RELATIVI AL RECUPERO	TIPOLOGIA RECUPERO	Naturalistico, ricostruzione paesaggistica, recupero ecologico e concentrazione delle attività ricreative nel settore del bacino del Monviso.
	OBIETTIVO/ RISULTATI	Nel 2000, una convenzione tra la Società concessionaria, la Regione, i Comuni e l'Ente di Gestione del Parco del Po ha avviato un progetto estrattivo con il relativo recupero ambientale della durata di 20 anni. Il Progetto di recupero programma la valorizzazione del territorio legato al marchio turistico Po Confluenza Nord Ovest. Il progetto estrattivo e di recupero ambientale prevede la realizzazione di interventi di rinaturalizzazione su un'area di 63 Ha; la restante parte, sulla quale è in corso l'attività estrattiva, sarà destinata alla realizzazione di un bacino con funzione di cassa di laminazione. I principali obiettivi del progetto sono la riqualificazione della Lanca di San Michele e parte del Bosco del Gerbasso, la valorizzazione ambientale della fascia fluviale del Po nonché l'incremento della fruibilità dell'area.
	NOTE	Il sito ricade all'interno del Parco del Po e della Collina Torinese e nella Riserva Naturale "Lanca di San Michele". Il Progetto ha vinto il premio europeo nel 2010 per le migliori pratiche di recupero (Sustainable Development Awards), assegnato dall'Associazione Europea che riunisce i Produttori di Aggregati, UEPG.
WEBGRAFIA	http://www.paesaggiopocollina.it/pda/dwd/schede_cave_MAB/Germaire_Monviso.pdf http://www.parchipocollina.to.it	





DATI ANAGRAFICI	REGIONE	Piemonte
	NOME	Parco della Cava di gesso
	UBICAZIONE	Provincia di Alessandria, Comune di Murisengo
	ESTENSIONE	0,61 ettari
DATI ATTIVITÀ	TIPOLOGIA	Cava a fossa
	MATERIALI ESTRATTI	Gesso
	DATI STORICI	
DATI RELATIVI AL RECUPERO	TIPOLOGIA RECUPERO	Parco urbano, belvedere e percorso pedonale di collegamento con il centro storico.
	OBIETTIVO/ RISULTATI	Obiettivo del progetto è stato quello di realizzare un parco pubblico, in parte attrezzato con spazi per manifestazioni all'aperto e in parte con installazioni e spazi che evocassero la cultura e la tecnica dell'estrazione del gesso (simbolo della cultura del luogo). Il recupero del sito è stato avviato nel 2003. Prima dell'intervento il sito si presentava come un cratere profondo circa 10 metri, difficilmente accessibile dall'uomo, ricoperto da una folta vegetazione spontanea e con la presenza di rifiuti; inoltre le acque meteoriche, non avendo la possibilità di scolo, avevano formato un vaso che progressivamente erodeva le pareti di gesso. Il progetto ha previsto la risagomatura del profilo del cratere: le pareti rocciose sono state rimodellate con una pendenza di 45 gradi per garantire un adeguato fattore di sicurezza. A tale scopo è stato traslato il piede della parete verso il centro dell'invaso, con la creazione di un rilevato in terre rinforzate e allargato il limite superiore del cratere attraverso scavi.
	NOTE	Il Progetto di recupero ha ottenuto il Premio Mediterraneo del Paesaggio 2007 – Categoria B (Programma Interreg IIIB Medocc-Progetto PAYS.DOC- Buone pratiche per il paesaggio)
WEBGRAFIA	http://www.sinanet.isprambiente.it/gelso/banca-dati/comune/comune-di-murisengo/parco-della-cava-di-gesso-comune-di-murisengo http://www.geo.uniba.it/attachments/article/144/rimpiego%20cava%20di%20gesso.pdf	



www.bekaa.it



DATI ANAGRAFICI	REGIONE	Lombardia
	NOME	Oasi di Baggero
	UBICAZIONE	Provincia di Como, Comune di Merone
	ESTENSIONE	25 ettari
DATI ATTIVITÀ	TIPOLOGIA	Miniera a cielo aperto
	MATERIALI ESTRATTI	Marna da cemento
	DATI STORICI	L'attività estrattiva è iniziata nel 1928 e terminata nel 1970
DATI RELATIVI AL RECUPERO	TIPOLOGIA RECUPERO	Naturalistico, attività ricreative e sportive (pesca, trekking), percorsi per disabili
	OBIETTIVO/ RISULTATI	Gli interventi di recupero ambientale sono stati avviati durante la fase di coltivazione della miniera e sono stati completati nel 1980. È stata realizzata un'oasi naturale attraverso la creazione di due laghetti artificiali estesi per circa 8 ettari, alimentati dalla "roggia Cavolto", piccolo affluente del fiume Lambro. Nel 2001 è stato avviato un ulteriore progetto sistemazione e miglioramento dell'oasi ed inoltre sono previsti altri interventi finalizzati alla riqualificazione paesaggistica, tra cui: la realizzazione di percorsi naturalistici e tematici; nuova viabilità e un percorso specifico per disabili; realizzazione di piazzole e punti di accoglienza per osservazione naturalistica e panoramica ai fini di birdwatching e fotografia naturalistica; realizzazione di percorsi sportivi con attrezzature per attività fisica a contatto con la natura; sistemazione delle aree di maggiore pregio naturalistico.
	NOTE	L'Oasi di Baggero è una riserva protetta e ricade all'interno del Parco Regionale della Valle del Lambro. Il sito è stato citato da AITEC e Legambiente come esempio di recupero virtuoso. La società ha ottenuto il Primo Premio da una giuria internazionale in occasione dell'Anno per l'Ambiente (1987-1988) per aver trasformato la miniera esaurita di Baggero in un Parco Naturale.
WEBGRAFIA	http://www.aitecweb.com/Sostenibilit�/Attivit�Estrattiva/CasidiStudio.aspx http://www.altabrianza.org/reportage/laghettibaggero.html	





DATI ANAGRAFICI	REGIONE	Trentino Alto Adige
	NOME	Mondo delle Miniere di Ridanna Monteneve
	UBICAZIONE	Provincia di Bolzano, Comune di Racines, Località Masseria.
	ESTENSIONE	Nel bacino minerario sono presenti circa 1000 gallerie, tunnel e pozzi che si estendono per 150 km.
DATI ATTIVITÀ	TIPOLOGIA	Miniera in sotterraneo
	MATERIALI ESTRATTI	Argento, piombo e zinco e per alcuni periodi anche rame e cadmio
	DATI STORICI	La miniera era attiva già nel 1500 costituita da 70 gallerie in cui lavoravano circa 1000 minatori. Nella località di Masseria era presente anche l'impianto di arricchimento dei minerali. Nel 1871 è stato realizzato uno dei più grandi impianti di trasporto del minerale a cielo aperto su rotaia. Dal 1926 le rotaie furono sostituite dalla teleferica e dalla strada per trasportare il materiale fino alla località di Masseria durante tutto l'arco dell'anno. La miniera è stata chiusa nel 1985, dopo circa 800 anni di attività, a causa dei costi di mantenimento troppo elevati.
DATI RELATIVI AL RECUPERO	TIPOLOGIA RECUPERO	Museo storico minerario
	OBIETTIVO/ RISULTATI	I primi lavori di recupero, iniziati nel 1987, hanno reso la miniera accessibile al pubblico. Sono stati conservati moltissimi macchinari intatti ed alcuni funzionanti. Oltre ad un museo sono stati realizzati diversi percorsi didattici costituiti da sentieri, visite guidate e gallerie dimostrative nei quali vengono illustrati 800 anni di attività mineraria, le tecniche d'estrazione e di trasporto impiegate ed i macchinari originali. Inoltre il sito ospita numerose mostre e archivi storici. Nel sito sono state realizzate anche aree attrezzate per giochi, pic-nic ed escursioni.
	NOTE	Il sito rientra nel complesso del Museo Provinciale delle miniere, che comprende: la miniera di Monteneve Passiria, il museo delle miniere a Granaio Cadipietra, il Centro climatico e le miniere di Predoi.
WEBGRAFIA	http://www.bergbaumuseum.it/it/ridnaun/information/index.asp http://www.suedtirol-it.com/racines/miniera-monteneve-val-ridanna.html	



DATI ANAGRAFICI	REGIONE	Veneto
	NOME	Cava Bomba
	UBICAZIONE	Provincia di Padova, Comune di Cinto Euganeo
	ESTENSIONE	
DATI ATTIVITÀ	TIPOLOGIA	Cava a gradoni
	MATERIALI ESTRATTI	Calcare per la produzione di calce
	DATI STORICI	L'impianto di Cava Bomba, in attività fino agli anni '70, era una fornace per la produzione di calce viva, estratta dal calcare della cava ubicata sul Monte Cinto.
DATI RELATIVI AL RECUPERO	TIPOLOGIA RECUPERO	Parco geo-paleontologico e Museo archeologico industriale
	OBIETTIVO/ RISULTATI	Il complesso della cava Bomba è costituito da un'antica fornace utilizzata nell'800 per la produzione della calce. La ristrutturazione delle fornaci per la cottura della calce, i carrelli per il trasporto dei materiali e gli utensili per lavorare la pietra costituiscono il percorso didattico. Nel 1974, nella cava vicina alla fornace, fu scoperto un giacimento di pesci fossili del Cretaceo Superiore che fece nascere l'idea del restauro del complesso industriale a scopi museali. Il sito è diventato un Parco geo-paleontologico in cui sono esposti campioni di roccia e riproduzioni di animali preistorici a grandezza naturale come l'alliosauro, l'apatosauro e l'androsauro. Nel complesso è inserito anche un museo geologico-mineralogico in cui è presente una ricca collezione di minerali e fossili.
	NOTE	Il sito ricade nel Parco dei Colli Euganei, oltre ad essere diventato un parco geo-paleontologico è un ottimo esempio di architettura industriale risalente al 1800
WEBGRAFIA	http://www.colliuganei.it/altri-edifici-rurali/cava-bomba/ http://www.magicoveneto.it/Euganei/CintoEuganeo/CavaBomba-1.htm	





DATI ANAGRAFICI	REGIONE	Friuli Venezia Giulia
	NOME	Cava Buscada
	UBICAZIONE	Provincia di Pordenone Comune di Erto e Casso, Val Zemola
	ESTENSIONE	
DATI ATTIVITÀ	TIPOLOGIA	Cava a gradoni
	MATERIALI ESTRATTI	Marmo
	DATI STORICI	In attività dal 1953 ha concluso la sua attività nel 1994
DATI RELATIVI AL RECUPERO	TIPOLOGIA RECUPERO	Il sito è stato adibito a rifugio escursionistico e percorsi d'interesse archeologico e geo-paleontologico
	OBIETTIVO/ RISULTATI	L'obiettivo del recupero è stato la conservazione dei segni dell'attività di cava: sono stati ripuliti i piazzali, messe in sicurezza le pareti e mantenuti in loco gli ultimi blocchi tagliati dai cavaatori nel 1994. Nel 2010 l'alloggio dei cavaatori è stato recuperato e convertito a rifugio escursionistico, mantenendo intatte le sue caratteristiche esterne.
	NOTE	
WEBGRAFIA	http://www.cavabuscada.com	



DATI ANAGRAFICI	REGIONE	Puglia
	NOME	Il Parco delle Cave di Fantiano
	UBICAZIONE	Provincia di Taranto, Comune di Grottaglie
	ESTENSIONE	8 ettari
DATI ATTIVITÀ	TIPOLOGIA	Cava a fossa
	MATERIALI ESTRATTI	Tufo
	DATI STORICI	In attività dagli anni '50 il sito è stato interessato dall'estrazione di conci di tufo e produzione di sabbia calcarenitica. L'attività si è conclusa alla fine degli anni settanta.
DATI RELATIVI AL RECUPERO	TIPOLOGIA RECUPERO	Area per eventi culturali, sociali e ricreativi
	OBIETTIVO/ RISULTATI	I primi interventi di recupero sono stati resi possibili dalla Legge regionale n. 19 del 1997 relativa all'istituzione e alla gestione delle aree naturali protette pugliesi che ha inserito l'ex area di cava nel Parco Regionale Naturale della Terra delle Gravine. Il sito ospita una ricca vegetazione costituita da oliveti secolari, boschi di Pino d'Aleppo e numerose altre specie della macchia mediterranea; sono inoltre presenti grotte a testimonianza di antichi insediamenti. Il recupero dell'area delle Cave, curato dal Comune di Grottaglie, rientra in un modello di riqualificazione e valorizzazione integrato, che ha coinvolto anche il centro storico, il Quartiere delle Ceramiche e gli habitat rupestri. Nel corso del 2006 si è collocato all'interno della cava la sede del Teatro di Fantiano ed è stato realizzato il Parco Attrezzato delle Gravine e delle Cave per ospitare attività culturali, legate allo spettacolo e al tempo libero. Per la realizzazione del Teatro sono stati mantenuti i gradoni di cava e sono state aggiunte ulteriori gradinate sempre in tufo. Il materiale utilizzato è stato recuperato in prevalenza dallo scarto presente in sito.
	NOTE	
WEBGRAFIA	http://www.comune.grottaglie.ta.it/llpp/progettocavefantiano/ http://www.arketipomagazine.it/it/cave-di-fantiano/ http://www.archilovers.com/projects/18024/recupero-e-valorizzazione-delle-cave-di-fantiano.html http://www.architetturadi Pietra.it/wp/?p=4847	





DATI ANAGRAFICI	REGIONE	Puglia
	NOME	Parco dei Fossili di Cava Lustrelle
	UBICAZIONE	Provincia di Lecce, Comune di Cutrofiano
	ESTENSIONE	12 ettari
DATI ATTIVITÀ	TIPOLOGIA	Cava a cielo aperto
	MATERIALI ESTRATTI	Argilla
	DATI STORICI	L'attività estrattiva è terminata alla fine degli anni '70.
DATI RELATIVI AL RECUPERO	TIPOLOGIA RECUPERO	Parco geo-paleontologico (parco dei fossili con scopo scientifico e didattico)
	OBIETTIVO/ RISULTATI	Il Parco è stato realizzato alla fine degli anni '90. Durante i primi interventi di recupero sono stati bonificati i confini e il fondo della cava e sono stati piantumati 8.000 alberi lungo i bordi a pendio dolce. Nel giacimento sono visibili strati geologici di origine marina, alcuni dei quali ricchi di fossili. Sono stati realizzati dei percorsi con l'intento di trasformare la località in un parco turistico-scientifico denominato "Parco dei Fossili". Nella seicentesca casa contadina nelle vicinanze della cava è stato realizzato un "Museo Malacologico delle Argille", con teche e scaffali contenenti una collezione di fossili di molluschi, anche rari, recuperati nella zona durante l'estrazione del materiale argilloso.
	NOTE	
WEBGRAFIA	http://www.japigia.com/parcodeifossili/ http://www.museidelsalento.it/parco-dei-fossili-e-museo-malacologico-e-delle-argille http://www.aitecweb.com/Sostenibilit%C3%A0/Attivit%C3%A0Estrattiva/CasidiStudio.aspx	



DATI ANAGRAFICI	REGIONE	Sicilia
	NOME	Cave Bianche Hotel
	UBICAZIONE	Provincia di Trapani, Comune di Favignana
	ESTENSIONE	1 ettaro
DATI ATTIVITÀ	TIPOLOGIA	Cava a fossa
	MATERIALI ESTRATTI	Tufo
	DATI STORICI	L'attività estrattiva ha avuto inizio nei primi anni del novecento ed ha concluso la sua attività negli anni '80.
DATI RELATIVI AL RECUPERO	TIPOLOGIA RECUPERO	Creazione di una struttura alberghiera ipogea a 12 metri dal piano campagna
	OBIETTIVO/ RISULTATI	Il progetto è stato redatto da uno studio privato e coordinato dalla Soprintendenza di Trapani. Il progetto di albergo ipogeo non ha modificato le geometrie della cava, in particolare sono state mantenute le alte pareti di calcarenite, veri e propri monoliti alti anche dodici metri e spessi fino a cinque metri. Il complesso ipogeo si configura secondo una sequenza di volumi separati l'uno dall'altro attraverso tagli verticali che lasciano filtrare la luce negli spazi interni.
	NOTE	Cave Bianche Hotel ha ricevuto nel 2011 il Premio internazionale "Ischia Di Architettura" come miglior progetto di struttura ricettiva e nel 2012 è stato finalista Menzione d'Onore alla Medaglia d'Oro all'Architettura Italiana Triennale di Milano.
WEBGRAFIA	http://www.archiportale.com/news/2012/03/case-interni/favignana-cusenza+salvo-crea-un-hotel-nella-cava-dismessa_26203_53.html http://www.archilovers.com/projects/120133/progetto-di-recupero-ambientale-di-una-cava-di-calcarenite-adibita-a-struttura-ricettiva.html	





DATI ANAGRAFICI	REGIONE	Sicilia
	NOME	Parco delle cave
	UBICAZIONE	Provincia di Trapani, Comune di Marsala
	ESTENSIONE	
DATI ATTIVITÀ	TIPOLOGIA	Cava a cielo aperto e in galleria (per la lavorazione a "pilera").
	MATERIALI ESTRATTI	Tufo
	DATI STORICI	Complesso di 4 cave di cui 1 attiva
DATI RELATIVI AL RECUPERO	TIPOLOGIA RECUPERO	Attività ricreative (escursioni speleologiche, visite turistiche, arrampicate sportive, passeggiate) e culturali (concerti, serate di ballo, serate a tema e rappresentazioni teatrali)
	OBIETTIVO/ RISULTATI	Il Parco, aperto dal 2012, si trova a 30 metri sotto il piano campagna. Nel sito di ex cava sono visibili i segni delle lavorazioni dell'attività estrattiva. Sono presenti quattro cave ognuna delle quali rappresenta una diversa tipologia di recupero. La cava n.1, non attiva, è stata riutilizzata come vivaio di piante ornamentali e da giardino. La cava n. 2 è attiva ed è un laboratorio artigianale di oggetti in tufo. La cava n.3, non attiva, è stata trasformata in luogo di culto (santuario) con museo degli attrezzi dei cavatori. La cava n. 4, non attiva, denominata "Parco delle Cave" è costituita da strutture in ipogeo e ospita numerose attività ricreative e culturali. In particolare, è presente un percorso sotterraneo di circa 1 ora in cui si dimostra come veniva estratto e lavorato il tufo. Sono inoltre presenti un'area giochi per bambini, aree pic-nic attrezzate, locali coperti e ristoranti.
	NOTE	
WEBGRAFIA	http://www.turismo.marsala.trapani.it/	



Esempi di recupero in Europa

DATI ANAGRAFICI	STATO	Belgio
	NOME	Bergerven
	UBICAZIONE	Limburg, Comune di Maaseik (Neeroeteren) e Comune Dilsen-Stokkem (Rotem)
	ESTENSIONE	571 ettari, di cui 50 sotto falda
DATI ATTIVITÀ	TIPOLOGIA	Cava a fossa con interessamento della falda
	MATERIALI ESTRATTI	Ghiaia
	DATI STORICI	L'estrazione è iniziata nel 1973 e si è conclusa nel 1992; l'attività estrattiva ha portato alla formazione di grandi e profondi laghi.
DATI RELATIVI AL RECUPERO	TIPOLOGIA RECUPERO	Sviluppo di una Riserva naturale
	OBIETTIVO/ RISULTATI	L'area dell'ex cava è situata in un meandro abbandonato del fiume Meuse. Il progetto di recupero è stato realizzato dal 2007 al 2010. L'area di progetto fa parte del Sito SAC (Special Area Conservation) della Direttiva Habitat; all'interno del sito sono presenti numerose tipologie di habitat e di specie. Il Progetto di recupero ha riguardato: la protezione di rare specie vegetali; la creazione di habitat per specie di brughiere umide tramite la rimozione di piante invasive; la creazione di stagni per anfibi e per la deposizione di uova di pesce; la realizzazione di corpi idrici superficiali realizzati attraverso la rimozione di dighe e la creazione di canali poco profondi per la ricarica dei pozzi di scavo; la conversione delle foreste di conifere a foreste decidue. Inoltre il progetto ha favorito la protezione di alcune specie con la creazione di banchi di sabbia per il topino. Nel Progetto si inserisce anche un programma di educazione ambientale mirato all'osservazione della fauna selvatica e del paesaggio: sono stati creati circuiti per passeggiate a piedi e in bicicletta, aree accessibili per passeggini e sedie a rotelle. Infine lo sviluppo del patrimonio paesaggistico è stato favorito da: punti panoramici, ripristino del sistema di chiusa per irrigare i prati, aree per parcheggi, aree per biciclette e percorsi per passeggiate a cavallo. Il sito è ora riconosciuto come una Riserva naturale dalle Autorità Fiamminghe.
	NOTE	
WEBGRAFIA		http://www.limburgs-landschap.be





DATI ANAGRAFICI	STATO	Inghilterra
	NOME	Greenlaws Mine
	UBICAZIONE	Weardale, Saint John's Chapel
	ESTENSIONE	
DATI ATTIVITÀ	TIPOLOGIA	Miniera in sotterraneo
	MATERIALI ESTRATTI	Galena e altri minerali (aragonite, calcite, ambra, fluorite, quarzo, siderite)
	DATI STORICI	La miniera è stata sfruttata fin dal medioevo come giacimento metallifero. Dopo la chiusura della miniera, nel 1897, il sito è stato abbandonato.
DATI RELATIVI AL RECUPERO	TIPOLOGIA RECUPERO	Recupero archeologico industriale a scopo collezionistico e conservativo.
	OBIETTIVO/ RISULTATI	Nel corso del 2009 un gruppo di collezionisti, minatori e geologi intrapresero il Progetto di recupero "Greenlaws Mining Project". Per localizzare esattamente gli ingressi delle gallerie, ricoperte dalla vegetazione dopo anni di inattività, fu necessaria una scrupolosa opera di ricerca e di studio delle antiche mappe a cui seguì un attento lavoro di scavi durato per circa 5 anni. Nel dicembre 2013 il team intercettò i primi tunnel della miniera in cui vi erano le cavità di fluorite. Sono stati rinvenuti antichi binari di epoca vittoriana, per il trasporto dei minerali, perfettamente conservati; da questo ritrovamento è stato possibile giungere all'imbocco del pozzo principale completamente ostruito dai detriti. Sono stati recuperati: utensili in metallo, carriere, attrezzature utilizzate dai minatori durante l'attività. Il recupero del sito è stato accolto con grande entusiasmo e ha incentivato l'apporto di volontari della comunità locale e la collaborazione con i musei e l'Università di Durham. Ha permesso l'estrazione di esemplari di fluorite di rilievo collezionistico (esemplari con cristalli di oltre 10 cm di lato), altri esemplari invece sono stati lasciati in situ a testimonianza del lavoro svolto dagli ultimi minatori.
	NOTE	
WEBGRAFIA	http://www.mineexplorer.org.uk/greenlaws.htm http://www.mindat.org/loc-5152.html	



DATI ANAGRAFICI	STATO	Inghilterra
	NOME	The Eden project
	UBICAZIONE	Cornovaglia, St. Austell
	ESTENSIONE	17 ettari
DATI ATTIVITÀ	TIPOLOGIA	Cava a fossa
	MATERIALI ESTRATTI	Caolino
	DATI STORICI	Non più in attività
DATI RELATIVI AL RECUPERO	TIPOLOGIA RECUPERO	Giardino botanico a fruizione turistica ed educazione ambientale
	OBIETTIVO/ RISULTATI	Il recupero del sito è iniziato nel 1995 e si è concluso nel 2001. Il giardino botanico raccoglie un'esposizione di piante rare. Nel sito sono state realizzate delle strutture a forma di "cupole", in quanto sono le uniche strutture adattabili a qualsiasi morfologia del terreno, che riproducono due biomi molto diffusi, quello mediterraneo e quello tropicale attraverso un complesso sistema di condizionamento e controllo termico. All'esterno è presente un giardino di circa 13 ettari in cui sono presenti più di 1.000 varietà di piante e diversi percorsi didattici. Il sito ospita anche un centro educativo, "The Core", all'interno del quale si trovano aree didattiche per l'educazione ambientale. Inoltre è presente un teatro realizzato per ospitare concerti ed eventi. Le enormi quantità di acqua necessaria per creare le condizioni di umidità del Bioma Tropicale, sono tutte provenienti dalla depurazione dell'acqua piovana che viene raccolta sul fondo della cava. Il complesso utilizza inoltre energia elettrica proveniente da fonti rinnovabili, in particolare dalle turbine eoliche, molto presenti e diffuse in Cornovaglia. Viene effettuata la produzione in situ del composto organico utilizzato come fertilizzante e ricavato dai rifiuti alimentari. Prima dell'apertura del Giardino botanico sono state ricavate 83.000 tonnellate di suolo ottenute mescolando i materiali di scarto della ex cava di argilla con compost vegetale.
	NOTE	
WEBGRAFIA	http://www.edenproject.com http://www.tuttogreen.it/eden-project-il-giardino-delleden-esiste-ed-e-in-cornovaglia/	





DATI ANAGRAFICI	STATO	Francia
	NOME	Le Corbusier di Firminy
	UBICAZIONE	Loira, Firminy
	ESTENSIONE	
DATI ATTIVITÀ	TIPOLOGIA	Cava a fossa
	MATERIALI ESTRATTI	Carbone
	DATI STORICI	Dalla cava è stata estratta il materiale per la costruzione del centro urbano di Firminy.
DATI RELATIVI AL RECUPERO	TIPOLOGIA RECUPERO	Complesso multifunzionale
	OBIETTIVO/ RISULTATI	Il sito, progettato e realizzato dal celebre architetto Le Corbusier, è parte dei monumenti classificati Patrimonio mondiale dell'umanità dall'UNESCO nel 2016 ed è stato costruito nei primi anni '60. È il collegamento fra l'antica città di Firminy e il nuovo quartiere Firminy-Vert. Il sito è costituito da più strutture: un campo di allenamento, la Casa della Cultura e della gioventù, il teatro all'aperto, lo stadio comunale, la piscina e la chiesa. L'ultima struttura costruita è l' <i>unité d'Habitation</i> che riflette il concetto di "città giardino verticale" e raccoglie alloggi e servizi per le famiglie. All'interno della <i>Maison de la Culture</i> è visibile una vena di carbone mantenuta a testimonianza storica dell'antica cava.
	NOTE	
WEBGRAFIA	http://sitelecorbusier.com/visite-virtuelle/ http://www.sites-le-corbusier.org , http://www.fondationlecorbusier.fr/	



DATI ANAGRAFICI	STATO	Spagna
	NOME	Parque Minero de Almadén
	UBICAZIONE	Ciudad Real, Almadén
	ESTENSIONE	
DATI ATTIVITÀ	TIPOLOGIA	Miniera in sotterraneo
	MATERIALI ESTRATTI	Mercurio
	DATI STORICI	Fra le miniere più antiche al mondo, ci sono tracce di attività già 2 mila anni fa, è stata chiusa nel 2003. Venivano estratti argento, mercurio, cinabro o solfuro di mercurio. Si calcola che dalle Miniere di Almadén sono state estratte oltre 250.000 tonnellate di mercurio.
DATI RELATIVI AL RECUPERO	TIPOLOGIA RECUPERO	Parco geo minerario
	OBIETTIVO/ RISULTATI	Oggi il parco minerario di Almadén offre la possibilità di visitare il <i>Centro de Interpretación de la Minería</i> , dove vengono illustrate le diverse tecniche di sfruttamento del giacimento. Inoltre è possibile accedere a una miniera sotterranea (lungo le gallerie scavate dal XVI al XVIII secolo) e conoscere le diverse cinte murarie che circondavano gli impianti minerari, il Museo del Mercurio e l'antico Regio Ospedale Minerario.
	NOTE	Il sito è iscritto nella lista Patrimonio Mondiale dell'Umanità dall'UNESCO "Heritage of Mercury".
WEBGRAFIA	http://www.parqueminerodealmaden.es/index.php?idioma=in http://www.spain.info/it/que-quieres/arte/monumentos/ciudad_real/minas_de_almaden.html	





DATI ANAGRAFICI	STATO	Austria
	NOME	Roman Quarry
	UBICAZIONE	Burgenland, St. Margarethen
	ESTENSIONE	0,6 ettari
DATI ATTIVITÀ	TIPOLOGIA	Cava a mezza costa
	MATERIALI ESTRATTI	Arenaria
	DATI STORICI	Si tratta di un sito estrattivo attivo dall'epoca romana; la cava fu utilizzata in passato anche per restaurare la cattedrale di St. Stephen e gli edifici attorno alla Ringstrasse di Vienna
DATI RELATIVI AL RECUPERO	TIPOLOGIA RECUPERO	Arena per spettacoli
	OBIETTIVO/ RISULTATI	Risultato del recupero è la realizzazione di un'arena per spettacoli denominata Rom-Festspielgelände. Il sito dal 1959 è luogo di eventi legati all'arte, in particolare è stato dedicato a installazioni di scultura legati all'uso della pietra. È stato realizzato un sistema di percorsi che conducono dalla quota di accesso all'area dei due auditorium: uno di ampiezza maggiore e uno più piccolo in cui si svolgono manifestazioni per ragazzi. Il percorso- passerella consente di leggere la complessità stratigrafica e spaziale dell'antica cava.
	NOTE	
WEBGRAFIA	http://www.archdaily.com/45692/redesign-of-the-roman-quarry-disposed-opera-festivals-alleswirdgut-architektur http://esterhazy.at/en/margarethenquarry/678059/Quarry-in-St-Margarethen	



DATI ANAGRAFICI	STATO	Svezia
	NOME	Dalhalla
	UBICAZIONE	Dalarna, Rattvik
	ESTENSIONE	7 ettari
DATI ATTIVITÀ	TIPOLOGIA	Cava a fossa
	MATERIALI ESTRATTI	Calcare
	DATI STORICI	L'attività estrattiva è terminata nel 1990
DATI RELATIVI AL RECUPERO	TIPOLOGIA RECUPERO	Teatro all'aperto
	OBIETTIVO/ RISULTATI	La ex cava, conosciuta con il nome di Draggängarna ha una profondità di circa 60 metri, una lunghezza di 400 metri e una larghezza di 175 m. La cava fu in attività fino al 1990 e nel 1995 fu inaugurato il teatro all'aperto. Il palco è ubicato al centro della cava, su un lago, all'intorno si ergono a semicerchio i palchi che possono contenere più di 4.300 persone. Il lago presenta una profondità media di 2,2 metri. Il livello dell'acqua aumenta di circa 15 cm a settimana attraverso l'apporto delle acque sotterranee e delle acque piovane, quindi l'acqua deve essere pompata via regolarmente.
	NOTE	
WEBGRAFIA	http://www.dalhalla.se	





DATI ANAGRAFICI	STATO	Portogallo
	NOME	Estádio Municipal de Braga
	UBICAZIONE	Braga
	ESTENSIONE	
DATI ATTIVITÀ	TIPOLOGIA	Cava a mezza costa
	MATERIALI ESTRATTI	Granito di Dume
	DATI STORICI	chiusa
DATI RELATIVI AL RECUPERO	TIPOLOGIA RECUPERO	Stadio di calcio
	OBIETTIVO/ RISULTATI	Il progetto di costruire uno stadio dalla cava di granito del Monte Castro è stato sviluppato nel 2000 ed è stato costruito fra il 2002 e il 2003. Si tratta del primo progetto architettonicamente rilevante realizzato nell'area delle cave dismesse, in questa zona del Portogallo ricca di granito. Rappresenta il recupero di una zona povera della città e funge da supporto per la crescita del luogo. Privo di spalti nella parte superiore, lo stadio utilizza l'anfiteatro naturale costituito dal versante montuoso e si apre verso il paesaggio circostante con un forte effetto scenografico. L'architetto ha scelto così di utilizzare la parete rocciosa della cava che delimita il lato ovest del campo, in modo tale da potervi appoggiare la prima delle due tribune che doveva ospitare, secondo il suo progetto, la metà degli spettatori.
	NOTE	
WEBGRAFIA	https://en.wikiarquitectura.com/index.php/Braga's_Municipal_Stadium http://www.textilearchitecture.polimi.it/database/stadio-municipale-di-braga/ http://www.arcspace.com/features/eduardo-souto-de-moura/braga-stadium/	



DATI ANAGRAFICI	STATO	Grecia
	NOME	Dionyssos
	UBICAZIONE	Attica, Aloua
	ESTENSIONE	13, 5 ettari
DATI ATTIVITÀ	TIPOLOGIA	Cava a mezza costa
	MATERIALI ESTRATTI	Marmo
	DATI STORICI	Le cave del monte Pentelicon sono state le più famose cave di marmo della Grecia fin dall'antichità ed hanno costituito il giacimento che forniva il marmo con cui sono stati costruiti i più importanti monumenti dell'Acropoli e altri edifici dell'antica Atene. L'attività estrattiva è terminata nel 1975.
DATI RELATIVI AL RECUPERO	TIPOLOGIA RECUPERO	Museo a cielo aperto delle antiche arti estrattive
	OBIETTIVO/ RISULTATI	Nel 1994 la società proprietaria della cava ha deciso di ripristinare il sito e trasformarla in percorso turistico, evidenziandone le caratteristiche morfologiche. Il progetto di riconversione della cava a spazio pubblico e la sua realizzazione sono avvenuti fra il 1995 e il 1997. Il principale ostacolo per il recupero del sito era rappresentato dall'impossibilità di utilizzare sul luogo macchinari per il trasporto dei massi e dei cumuli di frammenti a causa dell'inaccessibilità con qualsiasi mezzo di tipo meccanico. I lavori sono stati svolti con antiche tecniche di lavorazione e sono stati impiegati gli stessi operai della ex-cava. Alcuni impianti abbandonati della cava sono stati riutilizzati. I depositi dei materiali di scarto della cava formano ripidi pendii che si osservano attraverso percorsi scolpiti e il sostegno dei vecchi impianti.
	NOTE	
WEBGRAFIA	http://www.dionyssosmarble.com https://oldgardens.wordpress.com/2013/06/19/aloula-old-dionyssos-quarries-penteli-mount-greece/	





DATI ANAGRAFICI	STATO	Germania
	NOME	Museumspark Rudersdorf
	UBICAZIONE	Brandeburgo, Rüdersdorf bei Berlin
	ESTENSIONE	17 ettari
DATI ATTIVITÀ	TIPOLOGIA	Cava a cielo aperto
	MATERIALI ESTRATTI	Calcare
	DATI STORICI	In parte attiva. L'estrazione ha avuto inizio nel XIII secolo. Grazie alla sua ottima qualità il calcare di Rudersdorf divenne famoso e richiesto per la costruzione dei monumenti di Berlino.
DATI RELATIVI AL RECUPERO	TIPOLOGIA RECUPERO	Museo sull'estrazione e la lavorazione del calcare e centro ricreativo
	OBIETTIVO/ RISULTATI	Lunga 4 chilometri e profonda un centinaio di metri, la cava di calcare è la più grande miniera del Brandeburgo ancora attiva. Il museo, inaugurato nel 1994, raccoglie i principali strumenti del settore estrattivo. L'arena per i concerti è circondata da una batteria di forni da calce coniche dell' 800, un gruppo di forni Rumford che rappresenta il monumento principale del parco industriale. La sala forno, conosciuta anche come la "Cattedrale della calce" è sede di mostre ed eventi. L'originale impianto è quasi totalmente invariato, con 18 forni Rumford disposti in doppia fila, e i binari originali, ancora visibili, che segnano il sistema utilizzato per il trasporto del materiale. Molti edifici sono stati riadattati per accogliere i visitatori: il magazzino del calcare ad esempio è diventato il Caffè Bistrò. All'interno del parco è possibile fare tre diversi tipi di tour. Durante i giorni lavorativi si può osservare il lavoro di estrazione del calcare. Il percorso storico mostra le tecniche di lavorazione del calcare, attraverso la visita delle fornaci in cui veniva lavorato il calcare. Infine, il tour geologico proietta il visitatore nella preistoria, al tempo del Triassico (250- 200 milioni di anni fa circa), con la visita dell'esposizione geologica permanente e un'esperienza pratica nella cava per la ricerca dei fossili.
	NOTE	
WEBGRAFIA	http://berlinocacioepemagazine.com/vicino-berlino-un-ex-cava-di-calcare-diventa-un-luogo/	



CONCLUSIONI

Le attività estrattive solitamente lasciano ambienti e paesaggi impoveriti ma al loro interno si possono osservare siti in cui le aride geometrie possono avere una potenzialità per un riutilizzo ambientale, sociale o economico.

L'analisi delle risposte al questionario e la valutazione delle schede di esempi efficaci di recupero in Italia e Europa fanno emergere una tendenza prevalente al recupero naturalistico delle attività estrattive, a cui si affianca una ricerca di destinazioni d'uso finali a carattere turistico-ricreativo-culturale: in particolare sono stati realizzati teatri all'aperto e siti per eventi culturali e ricreativi e complessi multifunzionali nei quali insistono più strutture con diversi utilizzi (attività sportive, ricreative e culturali).

Più rari sono i recuperi con trasformazione in giardini botanici, mentre un tema in via di sviluppo è quello del riutilizzo turistico-alberghiero (hotel e rifugi escursionistici).

Laddove l'attività estrattiva e mineraria ha origini storiche, nascono invece musei minerari e monumenti di archeologia industriale.

Nei siti caratterizzati da emergenze geologiche e minerarie di rilievo, un buon esempio di recupero è rappresentato da parchi geo-paleontologici o geo-minerari.

Ovviamente il recupero di un'attività estrattiva è favorito dal contesto legislativo nazionale in cui è inserito. In tal senso il questionario sottoposto ad enti/dipartimenti di vari paesi europei evidenzia una forte disomogeneità fra le norme e gli obblighi di chi avvia un'attività estrattiva: non tutti i paesi, infatti, prevedono il recupero e

ancora meno prevedono che il piano di recupero sia contestuale alla realizzazione del piano di sfruttamento.

In generale si può affermare che le spese del recupero sono a carico del gestore della cava ma solo in pochi stati è prevista una copertura finanziaria che permetta all'ente pubblico di recuperare la cava nel caso in cui la ditta fallisca o comunque non possa provvedere.

Dal questionario appare evidente come a livello europeo esistano linee guida/regolamenti/manuali in grado di aiutare il progettista nella fase di predisposizione del piano di recupero. In alcuni paesi sono presenti norme cogenti, mentre per la maggior parte di essi si tratta di indicazioni utili alla progettazione.

L'attività estrattiva e il suo recupero sono maggiormente regolamentati nei paesi del nord e dell'ovest Europa. L'est europeo presenta ancora lacune probabilmente dovute al più recente ingresso nell'Unione.

In Italia, seppur sono presenti recuperi ottimamente eseguiti e gestiti nel tempo, la legislazione è disomogenea fra una regione e l'altra, in quanto manca ancora una legge quadro a livello nazionale ed esistono solo normative di rango regionale.

In questo contesto il lavoro fatto dalla Regione, a partire dal 2003 con il Manuale di recupero, che per la prima volta codificava teorie e prassi della sistemazione delle attività estrattive, fino alla presente pubblicazione, che analizza i risultati ottenuti a seguito della diffusione del Manuale, costituisce un esempio unico a livello europeo e italiano per la scala temporale di analisi e per il monitoraggio effettuato sul territorio.

Bibliografia

Abeli T., Rossi G., Smolders A.J.P. Orsenigo S., 2014. Nitrogen pollution negatively affects *Stratiotes aloides* in Central-Eastern Europe. Implications for translocation actions. *Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems*, 24: 724-729. DOI:10.1002/aqc.2497.

Adorni M., 2016. La vegetazione legnosa in Emilia. Censimento e analisi delle fitocenosi arboree e arbustive. Istituto per i Beni Artistici Culturali e Naturali della Regione Emilia-Romagna. 198 pp.

Bergamini G. 2009. Evoluzione della copertura arborea ed arbustiva in un intervento di ripristino ambientale. Tesi di Laurea di 1° livello. Università degli Studi di Bologna. Bologna.

Buscaroli E. 2010. "Rivegetazione di un substrato minerale argilloso alcalino. Analisi della copertura vegetale a 25 anni dall'impianto". Tesi di Laurea di 1° livello. Università degli Studi di Bologna, Bologna.

Carozza M.. 2016. "Intervento di rinaturalizzazione della cava di Monte Tondo (RA). Analisi di cinque anni di interventi di recupero ambientale del fronte di abbandono gessoso-solfifero". Tesi di Laurea Magistrale. Università degli Studi di Bologna, Bologna.

Celesti-Grapow L., Pretto F., Carli E., Blasi C. (eds.), 2010. Flora vascolare allocona e invasiva delle regioni d'Italia. Casa Editrice Università La Sapienza, Roma. 208 pp.

Clemente N. 2010. "Recupero ambientale di un'area estrattiva. Analisi della risposta della vegetazione arborea ed arbustiva dopo dieci anni dall'impianto. Tesi di Laurea di 1° livello. Università degli Studi di Bologna, Bologna.

Conti F., Abbate G., Alessandrini A., Blasi C. (eds.), 2005. An annotated checklist of the Italian vascular flora. Palombi Editore. 420 pp.

Cristofolini G., Galloni M., 2001. Guida alle piante legnose dell'Emilia-Romagna. Regione Emilia-Romagna, Bologna, 223 pp.

De Jesus Almeida de Mendonca M. 2012. "Analisi degli effetti degli interventi agronomici all'impianto in un intervento di recupero ambientale di una cava di sabbie ed argille della collina bolognese: parametrizzazione e quantificazione dell'azoto". Tesi di dottorato. Università degli Studi di Bologna, Bologna.



Evangelisti L. 2006. Rivegetazione dei substrati argillosi: evoluzione della copertura vegetale in interventi di ingegneria naturalistica. Tesi di Laurea di 1° livello. Università degli Studi di Bologna. Bologna.

Fabbri T. 2004. "Rivegetazione di substrati minerali argillosi in aree estrattive dell'Emilia Romagna". Tesi di Laurea. Università degli Studi di Bologna. Bologna.

Farinelli. 2009. "Confronto tra tecniche agronomiche in un intervento di rivegetazione di un substrato minerale argilloso". Tesi di Laurea di 1° livello. Università degli Studi di Bologna, Bologna.

Frattini Silvio, 2008. Zone umide della pianura bresciana e degli anfiteatri morenici dei laghi d'Iseo e di Garda (Provincia di Brescia, Regione Lombardia). Natura Bresciana: Monografie, Vol. 29. Museo Civico di Scienze Naturali di Brescia.

Gerace M.Sofia. 2013. "Rinaturalizzazione di un substrato minerale argilloso in un area di cava nell'Appennino Bolognese". Tesi di Laurea di 1° livello. Università degli Studi di Bologna, Bologna.

Marrazzo F. 2012. "Recupero Ambientale dell'area estrattiva gessosa di Monte Tondo-Riolo Terme (RA). Analisi dell'intervento di rinaturalizzazione". Tesi di Laurea 1° livello. Università degli Studi di Bologna, Bologna.

Minelli A. (ed.), 2005. I prati aridi. Coperture erbacee in condizioni critiche. QUADERNI HABITAT. 12. Ministeri dell'Ambiente e della Tutela del Territorio. Museo Friulano di Storia Naturale, Udine.

Orsenigo S., Frattini S., Simonazzi M., Pedrini S., Beretta M., Brusa G., Rossi G., 2012. *Stratiotes aloides*. *Informatore Botanico Italiano*, 44 (1): 249-251.

Pier Francesco A. 2009. "L'utilizzo della semina a spaglio di alcune specie arboree in un recupero ambientale di un'area estrattiva esaurita". Tesi di Laurea di 1° livello. Università degli Studi di Bologna, Bologna.

Pitardi E. 2009. "Recupero ambientale di un area estrattiva esaurita Analisi dell'interazione della vegetazione arboreo-arbustiva con il sito di impianto". Tesi di Laurea Magistrale. Università degli Studi di Bologna, Bologna.

Pyšek P., Richardson D. M., Rejmánek M., Webster G. L., Williamson M. & Kirschner J., 2004. Alien plants in checklists and floras: towards better communication between taxonomists and ecologists. *Taxon*, Utrecht, 53 (1): 131-143.

Regione Emilia-Romagna, 1983. Alberi e arbusti dell'Emilia-Romagna. Regione Emilia-Romagna, Bologna, 287 pp.

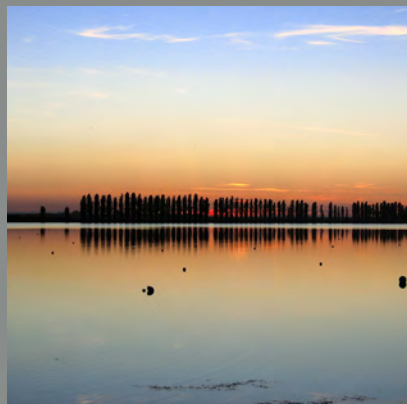
Rossi G., Dominione V., Viaroli P., Spotorno C., Muzzi E., Fresia I., Neri G., Ricciardelli F., Rizzati A., Romagnoli M., Bongiorno G., Pelosio A., Casoli B., 2008. Linee guida per il recupero ambientale dei siti interessati dalle attività estrattive in ambito golenale di Po nel tratto che interessa le Province di Piacenza, Parma e Reggio Emilia. Regione Emilia-Romagna.

Scotton M., Kirmer A. e Krautzer B., 2012. Manuale pratico per la raccolta di seme e il restauro ecologico delle praterie ricche di specie. CLUEP, Coopera_ va Libreria Editrice Università di Padova.

Tomaselli M., 1977. Guida alla vegetazione dell'Emilia-Romagna. Collana Annali, Facoltà di Scienze Matematiche Fisiche e Naturali, Università di Parma.

Török P., Vida E., Deak B., Lengyel S., Tothmeresz B., 2011. Grassland restoration on former croplands in Europe: an assessment of applicability of techniques and costs. *Biodiversity Conservation*, 20: 2311-2332.

Zubani L., Pedrini S., Orsenigo S., 2013. Il ruolo della coltivazione vivaistica negli interventi di traslocazione. In: Linee Guida per la traslocazione di specie vegetali spontanee. QUADERNI DI CONSERVAZIONE DELLA NATURA 38, p. 32. Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare.



Il recupero delle aree di cava rappresenta per la Regione Emilia-Romagna un tema rilevante e, a maggior ragione oggi, strategico. Già nel 2003, in occasione del Salone del Restauro di Ferrara, la più importante rassegna in Italia interamente dedicata al restauro e alla tutela del patrimonio storico - artistico, architettonico e paesaggistico, è stato presentato, con ottimo riscontro, il Manuale "Il recupero e la riqualificazione ambientale delle cave in Emilia-Romagna".

In un unico strumento per la prima volta si tentava di codificare il concetto di recupero dell'area di cava e la filiera progettuale per realizzarlo nella prassi, con il massimo risultato e la massima sostenibilità. È stato un lavoro impegnativo, condotto a 360 gradi, coinvolgendo esperti di diverse discipline ed analizzando tutti gli aspetti interessati, da quelli morfologici a quelli geologici, da quelli vegetazionali a quelli tecnici, da quelli pedologici a quelli idraulici.

Dopo oltre un decennio dalla sua pubblicazione, la Regione ha ritenuto opportuno verificare quali ricadute tale Manuale ha prodotto rispetto alla progettazione e alla esecuzione dei recuperi di cava sul territorio regionale, attraverso una campagna di accurate indagini sul campo, condotte dagli stessi curatori del manuale.



This project has received funding from the European Union's Horizon 2020 research and innovation programme under grant agreement n° 642139.



una pubblicazione a cura del
**Servizio Difesa del Suolo
della Costa e Bonifica**

viale della Fiera 8

40127 Bologna

Tel. 051 5276811

Fax: 051 5276941

E-mail: difsuolo@regione.emilia-romagna.it